# ACADÉMIE DES SCIENCES.

## SÉANCE DU MERCREDI 9 AVRIL 1947.

PRÉSIDENCE DE M. Louis BLARINGHEM.

---

## MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

### DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

BIOLOGIE. — *Plantes employées par les* charmeurs de serpents *de la Haute-Côte d'Ivoire pour rendre non agressifs les Ophidiens venimeux.* Note de M. **Auguste Chevalier.**

Pendant mon récent séjour en Guinée française (janvier-février 1947), j'ai assisté au Centre estival de Dalaba à des expériences d'un grand intérêt sur des serpents venimeux (Najas et divers Vipéridés) fréquents dans la région. M. Mizoule, attaché à cet établissement, ingénieur qui a vécu longtemps à la Côte d'Ivoire comme chasseur et coupeur de bois et qui connaît bien les coutumes indigènes, me fit savoir que le Service de santé du camp de convalescence avait parmi son personnel trois infirmiers militaires de race Ouobé, originaires du Haut-Cavally, qui savaient capturer sans risques les serpents venimeux de la région (Najas et Vipéridés); ils savaient ensuite, en modulant certains sons, soit de la voix, soit sur un tambourin, les faire remuer et ramper la tête dressée vers le musicien. On avait préalablement obtenu la non-agressivité et l'innocuité de ces serpents. Nos Ouobés les prenaient à la main sans la moindre précaution. Ils les promenaient sur leur poitrine nue, les enroulaient autour de leur cou ou les plaçaient roulés en boule dans le creux de leurs mains. Ces Ophidiens se laissaient manier sans manifester la moindre volonté de mordre. Ensuite on les plaçait sur le sol et dès qu'un musicien chantonnait ou battait sur le tambourin avec ses doigts, le serpent se dirigeait vers le point d'où partaient les sons. Je pus examiner à loisir ces animaux; ils se laissaient caresser sans réagir. Le charmeur leur entr'ouvrait la bouche devant moi pour me montrer que les dents venimeuses ou les glandes des cracheurs étaient en place, et c'était vrai. Il semble bien qu'il n'y avait ni supercherie, ni mystification.

Pour rendre ces serpents non agressifs, nos infirmiers Ouobés m'expliquèrent qu'ils ramassaient dans la brousse trois plantes vertes que l'on pilonne ensuite de manière à les réduire en bouillie. Le charmeur prend cette pâte végétale en main. Il s'en frotte le corps et les mains, puis, avec la même pâte, il caresse le serpent sur toute sa longueur; il entr'ouvre aussi sa bouche et place un peu de

bouillie sur les lèvres et dans la gueule. À partir de ce moment on pourra manipuler l'Ophidien sans qu'il réagisse et cherche à mordre. L'action inhibitrice de l'agressivité persiste pendant environ huit jours.

Au lieu de le frotter avec la bouillie précédente, on peut aussi faire macérer celle-ci à chaud dans un récipient d'eau. On y plonge quelques instants le serpent, et quand il sort la tête de l'eau on le retire. Dès ce moment il cesse aussi d'être agressif et dangereux pour quelques jours. On peut recommencer l'opération plusieurs fois. L'animal traité ne réagit plus : il se laisse manipuler sans chercher à mordre; si c'est un cracheur, il ne lance plus son jet de liquide; le charmeur manipule tous les Ophidiens venimeux de la région sans la moindre précaution.

Je demandais à connaître les plantes employées pour ce traitement. On m'apporta trois plantes rudérales très connues dans la région. Ce sont : *Ageratum conyzoides* L. (composées), *Bidens pilosa* L. (composées), enfin *Cyathula prostrata* Blume (amarantacées).

Le lendemain, mon ami, le chef foulah Tierno Oumarou, à qui je rapportais ces faits, me fit savoir qu'il avait aussi près de lui un charmeur de serpents de race Ouobé. Il le mit à ma disposition et l'on répéta devant moi les opérations de la veille, mais les plantes qu'il m'apporta, employées pour fabriquer la pâte végétale, étaient différentes, mais c'étaient aussi des plantes banales, au nombre de quatre, employées aussi en mélange. C'étaient : *Schwenkia americana* L. (solanée), *Phyllanthus ninuri* L. (euphorbiacée), *Premna hispida* Benth. (verbénacée), *Feretia canthioides* Hiern (rubiacée).

Les deux premières sont des plantes herbacées rudérales, les deux autres de petits arbustes communs dans la brousse soudanaise et guinéenne.

De retour à Dakar ayant mis au courant de mes observations des collègues de l'Institut d'Afrique noire, M. A. Villiers m'apprit qu'un correspondant de Côte d'Ivoire lui avait signalé des faits analogues, mais les deux plantes employées, dont des spécimens me furent soumis, étaient *Ageratum conyzoïdes* déjà cité et *Euphorbia hirta* L.

M. Villiers me fit aussi savoir que des serpents ainsi traités lui avaient été envoyés; ils moururent peu après leur arrivée et à l'autopsie il constata que l'intérieur de la bouche était tout ulcéré. Il se demande si ce n'est pas la bouillie végétale qui avait provoqué ces accidents.

Des recherches ultérieures seront nécessaires pour établir si les plantes employées sont toutes efficaces. L'*Ageratum* et le *Bidens* agissent sans doute par les huiles essentielles renfermées dans ces plantes et les Euphorbiacées par les résines âcres qu'elles contiennent.

## CORRESPONDANCE.

Le Comité exécutif du XI[e] Congrès international de Chimie pure et appliquée invite l'Académie à se faire représenter à ce Congrès qui se tiendra à Londres, du 17 au 24 juillet 1947.

MM. Carl Størmer et Frederick Stratton, élus Correspondants pour la Section d'Astronomie, adressent leurs remercîments à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

— *Le Docteur Alexandre Yersin. Esquisse de ce qu'il fut et de ce qu'il fit*; par Henri Jacotot.

ALGÈBRE. — *Équations dans le corps de Boole et relations entre propositions*. Note [1] de MM. Augustin Sesmat et Victor Lalan, présentée par M. Élie Cartan.

1. Dans le corps B à 2 éléments, 0 et 1, on peut former 14 équations distinctes, en égalant à 1, par exemple, les 14 polynomes non dégénérés de l'anneau à 16 éléments [2]. Une telle équation, soit $a=1$, définit entre les variables $p$ et $q$ une relation, en même temps qu'elle définit, dans l'ensemble à 4 éléments $B \times B$, une partie, dont $a$ est la fonction caractéristique. Certaines de ces équations fixent la valeur de $p$, de $q$, ou des deux; ce sont $a_1 a_2=1$, $a_1 a_3=1$, $a_3 a_4=1$, $a_2 a_4=1$, $a_i a_j a_k=1$ $(i, j, k=1, 2, 3, 4)$. Les autres, $a_i=1$, $a_1 a_4=1$, $a_2 a_3=1$, respectent la variabilité de $p$ et de $q$; ce sont elles qui définissent, à proprement parler, des relations *entre* $p$ et $q$. Les 4 équations $a_i=1$ définissent les relations premières; les autres équivalent à des systèmes formés de 2 ou 3 d'entre les équations $a_i=1$.

La relation première $a_2=1$, c'est-à-dire $pq+p=0$, est une *relation d'ordre*; elle est en effet réflexive, et la transitivité s'aperçoit immédiatement, car de $pq+p=0$ et $qr+q=0$ on déduit, en multipliant la seconde par $p$, $pqr+pq=0$, d'où, puisque $pq=p$, $pr+p=0$. Nous l'écrirons $p \leq q$. La relation opposée, $q \leq p$, est définie par $a_3=1$. Les autres relations premières, $a_1=1$, $a_4=1$, qui sont symétriques, deviennent des relations d'ordre, si l'on introduit les variables complémentaires, $\bar{p}=p+1$, $\bar{q}=q+1$; $a_1=1$ s'écrit $p \leq \bar{q}$, ou encore $q \leq \bar{p}$; $a_4=1$ donne $\bar{q} \leq p$, ou encore $\bar{p} \leq q$.

Celles des équations qui ne déterminent pas $p$ comme constante peuvent se résoudre par rapport à $q$, et l'on trouve des expressions nécessairement linéaires en $p$, à cause de l'idempotence. Pour plus de symétrie, nous les écrirons comme

---

(1) Séance du 24 mars 1947.

(2) *Comptes rendus*, 223, 1946, pp. 1086-1087; 224, 1947, pp. 432-434.

des fonctions linéaires et homogènes en $p$ et $\bar{p}$ : $q = ap + b\bar{p}$. Chacun des coefficients $a$, $b$ est soit 0, soit 1, soit un paramètre $\alpha$, $\beta$ variant dans le corps B indépendamment de $p$; d'où $3^2 = 9$ expressions différentes, que nous rapprochons des équations correspondantes :

$$q = \beta\bar{p}, \quad (a_1 = 1); \qquad q = p + \beta\bar{p}, \quad (a_2 = 1);$$
$$q = \alpha p, \quad (a_3 = 1); \qquad q = \alpha p + \bar{p}, \quad (a_4 = 1);$$
$$q = 0, \quad (a_1 a_3 = 1); \qquad q = \bar{p}, \quad (a_1 a_4 = 1);$$
$$q = p, \quad (a_2 a_3 = 1); \qquad q = 1, \quad (a_2 a_4 = 1).$$

Enfin, $q = \alpha p + \beta\bar{p}$ signifierait que $q$ est indépendant de $p$.

2. La théorie précédente permet d'exprimer algébriquement les diverses relations entre propositions. Soient $p(x)$ et $q(x)$ deux fonctions propositionnelles; faisons-leur correspondre deux fonctions prenant leurs valeurs dans le corps B, fonctions que nous désignerons aussi par $p(x)$ et $q(x)$, $p(x_0)$ valant 1 quand la proposition $p(x_0)$ est vraie, 0 quand elle est fausse. Nous aurons, entre équations et *relations universelles*, les équivalences suivantes (la barre supérieure désignant la négation) :

| | | |
|---|---|---|
| $pq = 0$ .............. | $(x)[\overline{p(x)} \vee \overline{q(x)}]$ | $p$ et $q$ mutuellement exclusives |
| $pq + p = 0$ .......... | $(x)[p(x) \supset q(x)]$ | implications générales |
| $pq + q = 0$ .......... | $(x)[q(x) \supset p(x)]$ | implications générales |
| $pq + p + q + 1 = 0$ ... | $(x)[p(x) \vee q(x)]$ | $p$ et $q$ collectivement exhaustives |
| $p + q = 1$ ........... | $(x)[p(x).\overline{q(x)} \vee \overline{p(x)}.q(x)]$ | $p$ et $q$ contradictoires |
| $p + q = 0$ ........... | $(x)[p(x) \equiv q(x)]$ | $p$ et $q$ équivalentes |

L'implication générale $(x)[p(x) \supset q(x)]$ se traduit donc par $pq + p = 0$, c'est-à-dire par la relation d'ordre $p \leq q$; la transitivité de l'implication se présente ainsi comme un aspect de la transitivité de $p \leq q$. Dans les équations ci-dessus, le signe $=$ doit se comprendre comme exprimant une identité relativement à $x$.

Les inéquations, négations d'identités, sont équivalentes à des *relations d'existence :*

| | | | |
|---|---|---|---|
| $pq \neq 0$ .......... | $(\exists x)[p(x).q(x)]$ | $pq + p + q + 1 \neq 0$. | $(\exists x)[\overline{p(x)}.\overline{q(x)}]$ |
| $pq + p \neq 0$ ....... | $(\exists x)[p(x).\overline{q(x)}]$ | $pq + q \neq 0$ ....... | $(\exists x)[\overline{p(x)}.q(x)]$ |
| $p + q \neq 1$ ........ | $(\exists x)[p(x) \equiv q(x)]$ | $p + q \neq 0$ ........ | $(\exists x)[p(x) \equiv \overline{q(x)}]$ |

Nous définissons aussi des relations qui, contrairement aux précédentes, sont deux à deux exclusives; ce sont, avec leurs symboles respectifs et leurs diverses traductions algébriques :

| | | |
|---|---|---|
| $pDq$, $p$ et $q$ sont équivalentes.................... | $a_2 a_3 = 1$ | $q = p$ |
| $pAq$, $p$ implique $q$ sans lui être équivalente....... | $a_2 = 1$, $a_3 \neq 1$ | $q = p + \beta\bar{p}$ |
| $pCq$, $q$ implique $p$ sans lui être équivalente ....... | $a_3 = 1$, $a_2 \neq 1$ | $q = \alpha p$ |
| $pNq$, $p$ et $q$ sont contradictoires.................. | $a_1 a_4 = 1$ | $q = \bar{p}$ |
| $pEq$, $p$ et $q$ sont exclusives mais non exhaustives... | $a_1 = 1$, $a_4 \neq 1$ | $q = \beta\bar{p}$ |
| $pGq$, $p$ et $q$ sont exhaustives mais non exclusives... | $a_4 = 1$, $a_1 \neq 1$ | $q = \alpha p + \bar{p}$ |
| $pUq$, aucune des relations précédentes n'a lieu..... | | $q = \alpha p + \beta\bar{p}$ |

Ce système n'est exhaustif que si l'on exclut *a priori* les relations qui supprimeraient la variabilité logique de l'une au moins des propositions. Au cas où l'on s'imposerait de ne pas faire état de l'exhaustivité du couple $(p, q)$, il faudrait omettre $pNq$ et $pGq$, et n'assujettir $\bar{p}$ qu'à la seule condition $p\bar{p}=0$ (en négligeant $p+\bar{p}=1$); il faudrait aussi confondre $\beta\bar{p}$ avec $\bar{p}$; les seules équations à utiliser s'obtiendraient en annulant les polynomes de l'idéal $\mathcal{J}_4$ de l'anneau à 16 éléments.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certains systèmes d'équations aux dérivées partielles.* Note [1] de M. **Stig Comét.**

D'après M. Turnbull [2], désignons par $\Omega$ la matrice opérateur $(\partial_{kj})$, où $\partial_{jk}=\partial/\partial x_{jk}$, toutes les variables $x_{jk}$ étant indépendantes entre elles $(j, k=1, \ldots, p)$. Soit $\Delta$ le déterminant opérateur $\Delta=|\Omega|$, et soit enfin $\Delta_{jk}$ le déterminant opérateur formé comme le complément algébrique de l'élément $\partial_{jk}$ de la matrice $\Omega$. Ainsi on a $\sum_j \partial_{jk}\Delta_{jl}=\delta_{kl}\Delta$. En posant $\Omega'=(\Delta_{jk})$, nous en concluons $\Omega\Omega'=\Delta E$, et de même $\Omega'\Omega=\Delta E$, E étant la matrice unité. Ainsi le système

$$(1)\qquad \Omega y=0,$$

où $y$ est une matrice à une colonne formée de $y_1, \ldots, y_p$, fonctions des $x_{jk}$, conduit immédiatement aux équations $\Delta y_k=0$ $(k=1, \ldots, p)$. Non trivial est le théorème suivant :

*A tout système de fonctions $y$ satisfaisant à (1), il est possible d'associer une fonction scalaire $\varphi$, satisfaisant à l'équation*

$$(2)\qquad \Delta\varphi=0,$$

*telle que*

$$(3)\qquad y_j=\Delta_{j1}\varphi \quad (j=1, \ldots, p).$$

En posant

$$(4)\qquad \Omega'\varphi=Y,$$

nous obtenons une matrice carrée Y, associée à $y$ [sa première colonne étant $y$, d'après (3)], et satisfaisant aux systèmes $\Omega Y=0$ et $Y\overleftarrow{\Omega}=0$. En général, pour toute matrice carrée Z satisfaisant à $\Omega Z=0$, il existe une matrice *diagonale* $\Phi$ satisfaisant à $\Delta\Phi=0$, telle que $Z=\Omega'\Phi$.

Les *fonctions* sont toujours supposées développables en des séries de puissances non négatives.

Lemme, employé pour les démonstrations :

*Si les fonctions $f_1, \ldots, f_p$ satisfont à l'équation $\Sigma\Delta_{k1}f_k=0$, il sera possible de*

---

[1] Séance du 3 mars 1947.

[2] *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 623.

*trouver* $(p-1)$ *fonctions* $\varphi_2, \ldots, \varphi_p$ *telles que* $f_k = \sum_j \partial_{kj}\varphi_j$ $(k=1, \ldots, p)$.

A vrai dire, je n'ai démontré ce lemme que pour $p \leq 4$; cependant, la validité générale de la démonstration est évidente.

Le lemme permet encore d'exprimer la solution générale de l'équation (2) sous la forme suivante

$$\varphi = \sum_{m=0}^{\infty} \sum_{(j_2+\ldots+j_p=m)} \omega_2^{j_2}\omega_3^{j_3}\ldots\omega_p^{j_p}\varphi_m,$$

où $\omega_k = \sum_r x_{r1}\,\partial_{rk}$ (opérateurs commutatifs), et où les $\varphi_m$ sont des fonctions qui ne dépendent pas de $x_{11}, x_{21}, \ldots, x_{p1}$ mais qui sont à d'autres égards arbitraires.

En particulier, les fonctions de M. Fueter ([3]) seront obtenues par (4), où $\varphi = \Sigma(x_{11}\,\partial_{12} + x_{21}\,\partial_{22})^m\varphi_m$, les $\varphi_m$ étant des fonctions arbitraires de $x_{12}$ et $x_{22}$ seulement. Finalement il faut transformer les variables $x_{jk}$ (et $y_{jk}$) en variables réelles par $x_{11} = \overline{x}_{22} = x_1 + ix_3$, $x_{12} = -\overline{x}_{21} = x_2 + ix_4$.

Indiquons enfin qu'il est possible de donner à l'intégrale $\int_{(S)} \sum_{q,r} \Delta_{qr}u\,d_{qr}\sigma$ une signification déterminée ([3]), $d_{qr}\sigma$ désignant le produit de tous les $dx_{jk}$, sauf $dx_{qr}$. L'intégrale s'annule, si $\Delta u = 0$. Ainsi, pour les fonctions $y_{qr}$, éléments de la matrice Y définie par (4), on a la relation $\int_{(S)} \sum_{q,r} y_{qr}\,d_{qr}\sigma = 0$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation de l'indicatrice de Phragmen-Lindelöf.* Note ([1]) de MM. **Jacques Deny** et **Pierre Lelong**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

L'indicatrice de Phragmen-Lindelöf n'exprime pas une propriété particulière aux fonctions de la forme $\log|f(z)|$, où $f(z)$ est holomorphe dans un angle ou dans une bande; elle s'étend aux fonctions sousharmoniques de deux variables, ainsi que l'ont montré G. Hardy et W. Rogosinski ([2]). Elle s'étend également, avec des difficultés nouvelles de démonstration, aux fonctions sousharmoniques dans un cône ou cylindre de l'espace $R^p$ à $p$ dimensions.

Dans les énoncés suivants $\Gamma$ est un cylindre de $R^p$, produit topologique de l'intervalle $0 < x_p < \infty$ par un domaine D de $R^{p-1}$; M désigne un point de $\Gamma$, $m$ sa projection sur D, et $u(M)$ *est une fonction sousharmonique dans* $\Gamma$.

---

([3]) Cf. Poincaré, *Acta mathematica*, 9, 1886-1887, pp. 321-380.

([1]) Séance du 24 mars 1947.

([2]) *Proc. of the Royal Soc.*, série A, 185, 1946, pp. 1-14.

THÉORÈME 1. — *Si* $u(M)$ *est bornée supérieurement dans* $\Gamma$, $\varphi(m) = \overline{\lim}_{x_p \to +\infty} u(M)$ *est quasi-sousharmonique* ([5]) (*convexe si* $p = 2$), *ou identique à* $-\infty$ *dans* D.

La démonstration utilise un théorème de M. Brelot ([3]) et H. Cartan ([4]) et le lemme suivant : Pour que $u(M)$, *indépendante de* $x_p$, soit quasi-sousharmonique dans $\Gamma$, il faut et il suffit que $u(m)$ soit quasi-sousharmonique dans D.

Appelons constante fondamentale d'un domaine D la plus petite valeur propre $\lambda_0 = \lambda_0(D)$ relative à D et à l'équation $\Delta f + \lambda^2 f = 0$.

THÉORÈME 2. — *Si* $u(M)$ *vérifie* $\overline{\lim}_{M \to P} u(M) \leqq A$ *en tout point-frontière* P *de* $\Gamma$, *et* $u(M) < \varepsilon(x_p) e^{\lambda_0 x_p}$, $\varepsilon(x_p)$ *tendant vers* 0 *avec* $1/x_p$, *on a* $u(M) \leqq A$ dans $\Gamma$.

THÉORÈME 3. — *Généralisation de l'indicatrice de Phragmen-Lindelöf. — On suppose :* $u(M) \leqq A e^{\rho x_p} (\rho \geqq 0)$. *Posons* $\varphi(m) = \overline{\lim}_{x_p \to +\infty} u(M) e^{-\rho x_p}$. *Soit* $d$ *un domaine régulier complètement intérieur à* D, *avec* $\lambda_0(d) > \rho$. *Soit* $f(m)$ *la solution du problème de Dirichlet relatif à l'équation* $\Delta f + \rho^2 f = 0$ *et au domaine* $d$ *avec pour donnée-frontière la régularisée supérieure* $\overset{\star}{\varphi}$ de $\varphi$. Alors on a

$$\overset{\star}{\varphi}(m) \leqq f(m) \quad \text{pour} \quad m \in d.$$

La fonction $f(m)$ est définie comme la limite commune des solutions du problème de Dirichlet pour toutes les suites de données-frontières continues, tendant en décroissant vers $\overset{\star}{\varphi}$; le théorème 3 exprime donc que $\overset{\star}{\varphi}(m)$ joue le rôle d'une fonction convexe par rapport aux solutions de l'équation $\Delta f + \rho^2 f = 0$; on peut traduire ce fait en disant que la fonction $f(m) e^{+\rho x_p}$, harmonique dans le cylindre correspondant à $d$, est la *meilleure majorante harmonique à l'infini* de $u(M)$, dans un sens convenablement précisé.

L'ensemble des points en lesquels $\varphi$ est inférieure à sa régularisée $\overset{\star}{\varphi}$ est de capacité extérieure nulle si $\rho = 0$; si $\rho > 0$ on peut au moins affirmer qu'il est de mesure nulle. Il est vide si $p = 2$ ($\varphi$ est alors continu).

Le théorème 3 se démontre à l'aide du théorème 2 et du théorème d'uniformité suivant ([6]) :

THÉORÈME 4. — *Si* $u$ *vérifie, dans* $\Gamma$ $u(M) \leqq A e^{\rho x_p} (\rho \geqq 0)$ *et si* $f(m)$ *est une fonction continue dans* D *et majorant* $\varphi(m) = \overline{\lim}_{x_p \to +\infty} u(M) e^{-\rho x_p}$, *on a, pour tout compact* K *de* D,

$$u(M) < [f(m) + \varepsilon] e^{\rho x_p} \quad \text{pour} \quad x > X(\varepsilon, K) \quad \text{et} \quad m \in K.$$

([3]) On appelle ainsi une fonction dont la régularisée supérieure est sousharmonique et qui diffère de celle-ci seulement sur un ensemble de capacité extérieure nulle.

([4]) *Comptes rendus*, 207, 1938, pp. 836-838.

([5]) *Comptes rendus*, 214, 1942, pp. 944 et 994; *Bull. Soc. Math. de France*, 73, 1945, pp. 74-106.

([6]) Ce théorème précise et étend un résultat déjà obtenu; Cf. P. LELONG, *Ann. École Norm. Sup.*, 58, 1941, pp. 83-177, théorème 9.

L'établissement de ce théorème nous a conduit à l'étude d'une classe de fonctions généralisant les fonctions sous-médianes ([7]).

DÉFINITION. — *Une fonction* $v(M)$ *sommable dans un domaine* $\Delta$ *de* $R^p$ *est dite de la classe* $\mathcal{C}_\alpha$ *dans* $\Delta$ *si elle est, en tout point* M *de* $\Delta$, *au plus égale à sa moyenne sur toute boule de centre* M *et de rayon* $r$, *augmentée de* $\alpha(r)$, $\alpha(r)$ étant une fonction non décroissante, définie pour $r > 0$, et tendant vers zéro avec $r$.

Une grande partie des propriétés des fonctions sous-médianes s'étendent aux fonctions de la classe $\mathcal{C}_\alpha$; bornons-nous à signaler les deux suivantes :

*L'ensemble des points où une fonction de la classe* $\mathcal{C}_\alpha$ *est inférieure à sa régularisée supérieure est de mesure nulle.*

*La borne supérieure d'une famille quelconque de fonctions de la classe* $\mathcal{C}_\alpha$, *bornées supérieurement dans* $\Delta$, *est de classe* $\mathcal{C}_\alpha$ *dans* $\Delta$.

*Fonctions sousharmoniques dans un cône.* — Les résultats précédents s'étendent, avec de légères modifications; par exemple :

THÉORÈME 3 *bis*. — *Soit* $u(M)$ *sousharmonique et vérifiant* $u \leq A r^\rho$, $(r = OM)$, *dans le cône* $\Gamma$ *de sommet* O, *dont la base est un domaine* D *de la sphère-unité* $S^p$; *on pose* $\varphi(m) = \overline{\lim_{r \to \infty}} u(M)/r^\rho$. *Soit* $d$ *un domaine sphérique régulier intérieur à* D *et dont la constante fondamentale* $\lambda_0 = \lambda_0(d)$ *relative à l'équation* ([8]) $\delta f + \lambda^2 f = 0$ *vérifie* $\lambda_0^2 > \rho(\rho + p - 2)$. *Alors si* $f(m)$ *est la solution du problème de Dirichlet sur* $S^p$ *relatif à l'équation* $\delta f + \rho(\rho + p - 2) f = 0$ *et au domaine* $d$ *avec pour donnée-frontière la régularisée* $\overset{\star}{\varphi}$ *de* $\varphi$, *on a*

$$\varphi(m) \leq f(m) \quad \text{pour} \quad m \in d.$$

Notons que la méthode utilisée permet également d'obtenir des renseignements sur l'étude des fonctions sousharmoniques au voisinage d'un point.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *L'écoulement d'un fluide visqueux avec gradients de température et gradients de vitesse élevés*. Note ([1]) de M. **Gabriel Viguier**, présentée par M. Joseph Pérès.

Lorsqu'il existe dans l'écoulement d'importants gradients de température, il n'est pas permis d'admettre l'hypothèse classique de la viscosité constante. Il faut considérer comme paramètres variables supplémentaires les coefficients de viscosités $\nu$, A, B, C, D et E que nous avons définis dans une précédente Note ([2]).

---

([7]) C'est-à-dire les fonctions sommables dont la régularisée supérieure est sousharmonique. Cf. M. BRELOT, *Ann. Univ. Grenoble*, 21, 1945, pp. 76-90.

([8]) $\delta$ est l'opérateur de Beltrami sur la sphère.

([1]) Séance du 24 mars 1947.

([2]) *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 713.

Nous allons supposer que, le mouvement étant permanent, le fluide est incompressible et nous envisagerons le cas particulier de l'écoulement entre deux plaques planes et celui de l'écoulement entre deux cylindres coaxiaux dont l'un est fixe et l'autre animé d'un mouvement de rotation uniforme.

Le fluide s'écoule laminairement entre les plaques considérées parallèles à l'axe des $x_1$.

Les termes complémentaires du troisième degré qui interviennent dans les composantes de Stokes s'écrivent

$$N_i^{(3)}=0, \qquad T_3^{(3)}=\frac{D}{8}u'^3_{12}, \qquad T_1^{(3)}=0, \qquad T_2^{(3)}=0.$$

Il en résulte, en l'absence de forces massiques, les équations du mouvement

$$\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x_1}=\frac{\partial}{\partial x_2}\left(\nu u'_{12}+\frac{D}{8}u'^3_{12}\right), \qquad \frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x_2}=\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{D}{8}\nu u'^3_{12}\right).$$

Cette dernière égalité nous montre que la pression n'est plus constante le long d'une perpendiculaire à l'axe des $x_1$ [3].

Introduisant deux fonctions $g$ et G de la composante $x_2$, nous pouvons donner aux coefficients de viscosité D et $\nu$ la forme

$$D=x_1 g(x_2), \qquad \nu=\frac{x_2-x_{2m}}{2\rho}\frac{\partial p}{\partial x_1}G(x_2)-x_1\frac{g(x_2)}{G^3(x_2)},$$

avec

$$\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x_2}=\frac{u'^3_{12}}{8}g(x_2), \qquad \frac{u'_{12}}{2}=\frac{1}{G(x_2)}$$

et

$$x_{2m}\int_{(x_2)_{-1}}^{(x_2)_{+1}}\frac{dx_2}{\mu+x_1\dfrac{\partial p}{\partial x_2}}=\int_{(x_2)_{-1}}^{(x_2)_{+1}}\frac{x_2\,dx_2}{\mu+x_1\dfrac{\partial p}{\partial x_2}}.$$

Nous allons considérer maintenant le cas des cylindres coaxiaux et nous prendrons comme axes, la tangente et la normale au cercle mobile. L'équation du mouvement s'écrit

$$\Delta u_1+\frac{(u'_{12}+u'_{21})^3}{8\mu}\frac{\partial D}{\partial x_2}+\frac{D}{8\mu}(u'_{12}+u'_{21})^2(3u''_{122}+u''_{212})=0,$$

$R_1$ étant le rayon du cercle mobile, et ayant posé $u_1=V$, nous ferons le double changement de fonction et de variables

$$\Psi=\frac{\partial V}{\partial\rho}-\frac{V}{\rho}, \qquad R_1-x_2=\rho,$$

et nous admettrons que, par exemple, les coefficients de viscosité D et $\mu$ varient

---

[3] Brun et Vasseur, *Écoulement d'un fluide visqueux* (*Bulletin G. R. A.*, oct. 1945).

linéairement avec $\rho$

$$D = 8K_1\rho, \qquad \nu = -3K_2\rho;$$

$K_1$ et $K_2$ sont des constantes positives de même signe.

L'équation différentielle précédente est alors intégrable et l'on a, en posant $K_1 = K_2\alpha^2$, la solution

$$\psi^2\left(1 - \frac{\alpha^2}{2}\psi^2\right) = \frac{C_1^2}{\rho^4},$$

dont l'étude graphique est très simple.

Nous plaçant dans le cas limite où la fonction $\psi(\rho)$ possède une racine double, nous obtenons la valeur

$$\psi = \sqrt{2}\frac{C_1}{\rho^2} \qquad \text{c'est-à-dire} \qquad V \simeq C_2\rho - 0,707\frac{C_1}{\rho}.$$

Nous pouvons remarquer que, si nous avions admis l'hypothèse de la viscosité constante, nous aurions obtenu la valeur

$$V = C_2\rho - 0,75\frac{C_1}{\rho},$$

alors que la mécanique classique nous donne

$$V = C_2\rho - 0,5\frac{C_1}{\rho}.$$

DYNAMIQUE DES GAZ. — *Sur le problème de l'onde de choc détachée.* Note [1] de M. **Paul Germain**, présentée par M. Joseph Pérès.

1. Considérons un mouvement plan stationnaire supersonique avec onde de choc détachée $(\Gamma)$, le mouvement étant supposé uniforme à l'amont de $(\Gamma)$; $M$ désignera le nombre de Mach amont. Nous supposons $(\Gamma)$ connue, par hypothèse elle admet $Ox$ comme axe de symétrie, $O$ étant le sommet de $(\Gamma)$; un point de $(\Gamma)$ est repéré par l'angle $\alpha$ que fait avec $Ox$, la tangente à $(\Gamma)$ orientée suivant les $y > 0$. On cherche l'écoulement en aval de $(\Gamma)$, un point $P$ de l'écoulement aval sera repéré par les variables $(\alpha, s)$, $\alpha$ est le paramètre sur $(\Gamma)$ du point $P_0$ où la ligne de courant passant par $P$ coupe $(\Gamma)$, $s$ la longueur de l'arc $P_0P$. Nous désignerons par $q$ la longueur du vecteur vitesse, $\tau$ l'angle qu'il fait avec $Ox$, $\rho$ la masse spécifique, $C(\alpha)$ la courbure de $(\Gamma)$ au point $\alpha$; $a_*$ la vitesse critique, $\gamma$ le coefficient adiabatique, $p^0$ la pression génératrice en aval de $(\Gamma)$, $\rho^0$ la masse spécifique correspondante; $p^0$ et $\rho^0$ sont des fonctions connues de $\alpha$ et de $M$ et

$$\rho = \rho^0\left(1 - \frac{\gamma - 1}{\gamma - 1}\frac{q^2}{a_*^2}\right)^{\frac{1}{\gamma-1}}.$$

---

[1] Séance du 24 mars 1947.

Les équations du mouvement peuvent alors s'écrire

$$(\text{I})\quad \begin{cases} H\dfrac{\partial \operatorname{Log} \rho q}{\partial s} = \dfrac{\partial \tau}{\partial \alpha} - K\dfrac{\partial \tau}{\partial s}, \\ H\dfrac{\partial \tau}{\partial s} = \left(\dfrac{\gamma+1}{2\gamma}\dfrac{a_*^2}{q^2} - \dfrac{\gamma-1}{2\gamma}\right)\dfrac{d \operatorname{Log} p^0}{d\alpha} - \dfrac{\partial \operatorname{Log} q}{\partial \alpha} + K\dfrac{\partial \operatorname{Log} q}{\partial s} \end{cases}$$

avec

$$(\text{II})\quad \begin{cases} H = A\sin\tau - B\cos\tau, \qquad K = B\sin\tau - A\cos\tau, \\ A = \dfrac{\cos\alpha}{C(\alpha)} - \displaystyle\int_0^s \sin\tau\,\dfrac{\partial \tau}{\partial \alpha}\,ds, \qquad B = \dfrac{\sin\alpha}{C(\alpha)} + \displaystyle\int_0^s \cos\tau\,\dfrac{\partial \tau}{\partial \alpha}\,ds. \end{cases}$$

On peut mettre les équations (I) et (III) sous la forme d'un système de 4 équations du premier ordre à 4 inconnues H, K, $\tau$, $q$, linéaire par rapport aux dérivés.

$$(\text{III})\quad \begin{cases} \dfrac{\partial K}{\partial s} + H\dfrac{\partial \tau}{\partial s} = 0, \qquad \dfrac{\partial H}{\partial s} + \dfrac{\partial \tau}{\partial \alpha} - K\dfrac{\partial \tau}{\partial s} = 0; \\ H\rho q = C(\alpha) f(\alpha), \qquad \dfrac{\partial q}{\partial \alpha} - \dfrac{\partial K q}{\partial s} = \left(\dfrac{\gamma+1}{\gamma 2}\dfrac{a_*^2}{q} - \dfrac{\gamma-1}{\gamma 2} q\right) g(\alpha). \end{cases}$$

$f(\alpha)$ et $g(\alpha)$ sont des fonctions de $\alpha$ parfaitement déterminées dès que M est connu, elles ne dépendent pas de $(\Gamma)$; la relation tout intégrée exprime l'équation de continuité. Le système (III) permet le calcul de proche en proche de l'écoulement à partir de $(\Gamma)$, car sur $(\Gamma)$ on connaît H, K, $q$, $\tau$; on a donc à résoudre un problème de Cauchy qui, en général, aura une solution tout au moins au voisinage de $(\Gamma)$.

2. Attachons-nous à la détermination de la fonction $q(s)$ sur l'axe de symétrie et plus particulièrement au calcul des dérivées $a_n = \partial^n \log \rho q / \partial s^n$ au point $O(\alpha = \pi/2, s = 0)$. Le professeur Betz a indiqué dernièrement les formules

$$a_0 = C_0 f_0(M), \qquad a_1 = C_0^2 f_1(M);$$

$f_0(M)$ et $f_1(M)$ étant des fonctions du nombre de Mach, $C_0 = C(\pi/2)$ en ajoutant « qu'il n'a pu déterminer si pour les dérivées d'ordre supérieur d'autres relations du même genre sont valables, ni comment elles apparaissent ». La considération du système (III) permet de répondre facilement à ces questions.

En effet, supposons connues toutes les dérivées de H, K, $q$, $\tau$, jusqu'à l'ordre $n$ en O, et calculons les dérivées $(n+1)$ de ces quantités. Dérivons $n$ fois les équations (III), on obtient, en faisant $\alpha = \pi/2$, $s = 0$,

$$(\text{IV})\quad \begin{cases} \dfrac{\partial^{n+1} H}{\partial s^{p+1}\,\partial \alpha^{r-1}} = -\dfrac{\partial^{n+1} \tau}{\partial s^{p}\,\partial \alpha^{r}} + \ldots, \qquad \dfrac{\partial^{n+1} \rho q}{\partial s^{p+1}\,\partial \alpha^{r-1}} = -C_0 f\left(\dfrac{\pi}{2}\right)\dfrac{\partial^{n+1} H}{\partial s^{p+1}\,\partial \alpha^{r-1}} + \ldots, \\ \dfrac{\partial^{n+1} q}{\partial s^{p+1}\,\partial \alpha^{r-1}} - q\dfrac{\partial^{n+1} K}{\partial s^{p+2}\,\partial \alpha^{r-2}} = +\ldots, \qquad C_0\dfrac{\partial^{n+1} K}{\partial s^{p+2}\,\partial \alpha^{r-2}} = -\dfrac{\partial^{n+1} \tau}{\partial s^{p+2}\,\partial \alpha^{r-2}} + \ldots, \end{cases}$$

les ... indiquent les termes dépendant des dérivées d'ordre $n$ au plus, termes

supposés connus. Seules les valeurs impaires de $r$ sont à retenir. On peut calculer toutes les dérivées $(n+1)^{\text{ièmes}}$ contenant au moins une dérivation par rapport à $s$ à partir de $\partial^{n+1}\tau/\partial\alpha^{n+1}$ si $n$ est pair, $\partial^{n+1}q/\partial\alpha^{n+1}$ si $n$ est impair. On obtient en particulier les nombres $a_n$ qui dépendent de M et de l'allure de $(\Gamma)$ au voisinage de O, on peut même préciser : désignons par $C_0^{(2n)}$ la valeur de la dérivée $2n^{\text{ième}}$ au point O de $C(\alpha)$ :

*Les quantités $a_{2n-1}$ et $a_{2n}$ sont des polynomes homogènes des variables, $C_0$, $C_0^{(2)}$, ..., $C_0^{(2n-2)}$, respectivement d'ordre $2n-1$ et $2n$, les coefficients de ces polynomes étant des fonctions du nombre de Mach indépendantes de* $(\Gamma)$.

Si $n>1$, ces polynomes sont linéaires par rapport à $C_0^{(2n-2)}$.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur les concepts fondamentaux de la théorie physique. Préliminaires.* Note [1] de M. **Georges-Albert Boutry.**

On se propose d'examiner quelques-uns des concepts fondamentaux sur lesquels s'édifient, par des postulats ou des hypothèses convenables, les théories physiques. Pour rester indépendant, dans une certaine mesure, d'une théorie physique particulière, on adoptera le langage de l'analyse dimensionnelle : les résultats obtenus devraient convenir à toute théorie qui respecte la structure dimensionnelle des grandeurs étudiées. On rappellera d'abord une remarque fondamentale et très ancienne, qui sera présentée sous une forme un peu inhabituelle.

1° Soit un système dont toutes les parties sont en équilibre : le temps n'y joue aucun rôle. On a appris à reconnaître et à caractériser, dans un tel système des *graves* [2], $m$, $m'$ (ou des charges $q$, $q'$, ...), situés en divers lieux, des forces agissant sur eux et dérivant de champs qu'on suppose exister dans l'espace. Un champ newtonien obéit à une loi de la forme

$$G=\frac{m}{\nu r^2}, \qquad E=\frac{q}{\varepsilon r^2},$$

où $\nu$, $\varepsilon$, ... sont des constantes qu'on associe d'ordinaire au milieu ou à l'espace, dont ils formeraient des propriétés intrinsèques. L'équation de dimensions d'un tel champ est donc

$$[G]=[m][L]^{-2}[\nu]^{-1}, \qquad [E]=[q][L]^{-2}[\varepsilon]^{-1}, \ldots \tag{1}$$

Entre deux graves ou deux charges, agissent des forces. Quelles qu'en soient les origines, on accepte de leur attribuer une nature et des effets identiques. Comme

$$F=\frac{mm'}{\nu r^2}, \qquad F=\frac{qq'}{\varepsilon r^2}, \qquad \ldots,$$

$$[F]=[m]^2[L]^{-2}[\nu]^{-1}, \qquad [F]=[q]^2[L]^{-2}[\varepsilon]^{-1}, \qquad \ldots, \tag{2}$$

---

(1) Séance du 31 mars 1947.

(2) On substitue ici le terme *grave* à celui de masse pour des raisons qui paraîtront un peu plus loin.

il en résulte que

(3) $$[m]^2[\nu]^{-1}=[q]^2[\varepsilon]^{-1}=\ldots;$$

c'est une relation de symétrie entre les divers ordres de phénomènes.

Sans qu'il soit encore nécessaire de faire jouer un rôle au concept de temps, on peut envisager une définition de l'énergie, sous la forme potentielle ou de travail produit, à une époque et pendant une durée non spécifiée, par les forces en présence. Les dimensions en sont

(4) $$[W]=[\mathcal{T}]=[m]^2[L]^{-1}[\nu]^{-1}=[q]^2[L]^{-1}[\varepsilon]^{-1}=\ldots.$$

2° Dans un système où l'équilibre n'est pas partout réalisé, l'énergie existe sous forme cinétique. La grandeur temps joue désormais un rôle. Indépendamment des notions de grave ou de charge, les notions de vitesses et d'accélération se définissent par

(5) $$[v]=[L][T]^{-1} \qquad [\gamma]=[L][T]^{-2}.$$

Tout déplacement d'un grave ou d'une charge, à vitesse finie, met en jeu une énergie cinétique définie dimensionnellement comme produit du carré d'une vitesse par une *masse inerte* (c'est à ce coefficient qu'on réserve ici le nom de masse)

(6) $$[W]=[M][L]^2[T]^{-2}.$$

Si l'on postule l'équivalence, c'est-à-dire des dimensions égales pour toutes les formes de l'énergie, on se trouve donc amené à poser

(7) $$[M][L]^2[T]^{-2}=[m]^2[L]^{-1}[\nu]^{-1}=[q]^2[L]^{-1}[\varepsilon]^{-1}=\ldots,$$

c'est-à-dire

(8) $$[m]=[M]^{\frac{1}{2}}[L]^{\frac{3}{2}}[T]^{-1}[\nu]^{\frac{1}{2}}; \qquad [q]=[M]^{\frac{1}{2}}[L]^{\frac{3}{2}}[T]^{-1}[\varepsilon]^{\frac{1}{2}}; \qquad \ldots.$$

3° C'est à ce moment qu'on introduit dans la théorie physique le postulat de Newton-Einstein ; il consiste à poser qu'en grandeur et en dimension

(9) $$m=kM, \qquad [m]=[M].$$

Dans la première des équations (8), cette transformation va donner

(10) $$[M]=[L]^3[T]^{-2}[\nu],$$

ce qui entraîne deux conséquences :

*a*. La grandeur $\nu$ ne saurait être supprimée du système dimensionnel sans entraîner la proposition inacceptable

$$[M]=[L]^3[T]^{-2};$$

en d'autres termes, tout concept matériel ou énergétique peut être, dans un tel système, considéré comme dérivant des concepts fondamentaux d'espace et de temps (L, T, $\nu$, $\varepsilon$, ...).

*b*. La symétrie, jusqu'ici présente entre les divers ordres de phénomènes, est désormais détruite dans l'exposé de la théorie physique. Exprimées dans le système M, L, T par exemple, les dimensions de $q$ sont désormais différentes de celles de $m$.

Une théorie physique partant du concept spatio-temporel et admettant le postulat de Newton-Einstein doit donc, en dernière analyse, être une géométrie. Pour réaliser une synthèse complète et cohérente de la gravitation et de l'électromagnétisme, cette géométrie doit surmonter l'obstacle grave d'une symétrie statique présente dans les faits et repoussée par elle.

ÉLECTRONIQUE. — *Sur la probabilité des mouvements électroniques de conduction*. Note [1] de M. C. **Budeanu**.

Soit un tube de force d'un champ électrique $\vec{E}$ à l'intérieur d'un conducteur, le tube étant d'une construction uniforme de section $s$ et de conductibilité $c$. La charge d'un électron est notée par $e$.

Proposons-nous d'identifier la probabilité $p$ pour un électron de s'engager et de se déplacer à l'intérieur du tube. Toutes choses égales d'ailleurs, cette probabilité est proportionnelle à $s$, au nombre N d'électrons libres par unité de volume participant à la conduction et à la vitesse moyenne $v$ des électrons dans la direction de E. Or, étant donnée l'identité $\mathrm{N}e\vec{v}=\vec{j}$ où $\vec{j}=c\vec{\mathrm{E}}$ est le vecteur-densité du courant électronique moyen, nous pouvons écrire

$$p=\mathrm{K}sc\mathrm{E}, \tag{1}$$

où K est une constante de proportionnalité. L'expression $sc\mathrm{E}$ est le flux de la densité électronique moyenne ou le courant I traversant le tube. Dans ces conditions

$$p=\mathrm{KI} \tag{2}$$

pour un même temps $t$.

Si le tube est constitué de plusieurs éléments en série de constitution différente, le flux $sc\mathrm{E}$, grâce à sa propriété de conservation, garde la même valeur dans tous ses éléments. Lorsqu'on envisage deux éléments de tubes juxtaposés, la probabilité $p$ pour cet ensemble est la somme des deux probabilités élémentaires $p'$ et $p''$

$$p=p'+p''=\mathrm{K}(s'c'\mathrm{E}'+s''c''\mathrm{E}'')=\mathrm{K}(\mathrm{I}'+\mathrm{I}'')=\mathrm{KI}, \tag{3}$$

étant donnée la même propriété de conservation. La relation (2) est toujours valable. La conclusion peut être généralisée à un réseau quelconque.

Nous appliquons ces résultats au cas concret de deux conducteurs, de

---

[1] Séance du 17 mars 1947.

résistances $R_1$ et $R_2$ en parallèle. Ici l'électron ne pouvant se partager doit suivre entièrement une des deux routes. Les probabilités pour l'électron de s'engager et de se déplacer à travers ces conducteurs sont

$$(4)\qquad p_1=\frac{p_1}{p_1+p_2}=\frac{s_1c_1E_1}{s_1c_1E_1+s_2c_2E_2}=\frac{\frac{V}{R_1}}{\frac{V}{R_1}+\frac{V}{R_2}}=\frac{R_2}{R_1+R_2}\quad\text{et}\quad p_2=\frac{R_1}{R_1+R_2},$$

où V est la tension commune moyenne des deux conducteurs. Si le conducteur 2 est un isolant ($R_2=\infty$), la probabilité $p_1$ se transforme en certitude.

Les valeurs I, $I_1$, $I_2$ dans ce phénomène représentent les courants électroniques moyens ou ce que nous appelons en macrophysique *courants électriques*. En tenant compte de l'état discontinu électronique (effet Schrott), les courants électroniques dans un intervalle de temps limité $\tau$ nous conduisent aux déplacements des charges électriques

$$(5)\qquad q_1=n_{\tau1}e=Q_1+\delta_1\quad\text{et}\quad q_2=n_{\tau2}e=Q_2+\delta_2,$$

où $Q_1=I_1\tau$, $Q_2=I_2\tau$, $n_{\tau1}$ et $n_{\tau2}$ sont les nombres d'électrons déplacés. Les écarts $\delta_1$ et $\delta_2$ sont dus dans ce cas à deux causes différentes, à savoir

$$(6)\qquad \delta_1=\delta'_1+\delta''_1\quad\text{et}\quad \delta_2=\delta'_2+\delta''_2,$$

$\delta'_1$ et $\delta'_2$ sont les écarts dus à la nature discontinue et non uniforme du déplacement électronique dans le temps $\tau$. D'après les lois statistiques, ces écarts tendent rapidement vers zéro pour un temps $\tau$ assez grand. Les écarts $\delta''_1$ et $\delta''_2$ sont dus à la répartition réelle entre les deux conducteurs en tenant compte de sa structure granulaire électronique. Nous avons $\delta''_1=-\delta''_2=\delta$ et les équations (5) deviennent pour un temps $\tau$ grand :

$$(7)\qquad q_1=Q_1+\delta\quad\text{et}\quad q_2=Q_2-\delta,$$

et par conséquent

$$(8)\qquad \frac{q_1}{q_1+q_2}=\frac{Q_1}{Q_1+Q_2}+\frac{\delta}{Q}=\frac{R_2}{R_1+R_2}+\frac{\delta}{Q}\quad\text{et}\quad \frac{q_2}{q_1+q_2}=\frac{R_1}{R_1+R_2}-\frac{\delta}{Q},$$

où $Q=Q_1+Q_2$.

Ceci nous permet d'arriver aux conclusions suivantes :

*a*. Les déplacements électroniques, surtout aux nœuds d'un réseau, ne peuvent plus s'expliquer rigoureusement par les lois classiques d'un milieu continu.

*b*. Un électron de conduction est associé à une probabilité, de s'engager et de se déplacer dans un tube de force électrique, proportionnelle à

$$sNev=seE=I.$$

On pouvait prévoir ce résultat, étant donné que le courant électrique I représente un courant électronique moyen.

*c*. Un électron arrivé au point de dérivation entre deux résistances $R_1$ et $R_2$ en parallèle a les probabilités $p_1 = R_2/(R_1 + R_2)$ et $p_2 = R_1/(R_1 + R_2)$ de suivre les routes $R_1$ ou $R_2$.

La conclusion pourrait être généralisée à un nœud quelconque.

*d*. Les proportions de répartition des charges électriques réelles $q_1/(q_1 + q_2)$ et $q_2/(q_1 + q_2)$ tendent vers $R_2/(R_1 + R_2)$ et $R_1/(R_1 + R_2)$, en concordance avec la loi de Kirchhoff, et par conséquent vers les probabilités $p_1$ et $p_2$ lorsque Q croît indéfiniment et pour un temps $\tau$ assez grand. C'est une vérification, dans ce cas, des conclusions qui se dégagent des lois statistiques et spécialement du théorème de Bernoulli.

*e*. Les écarts $\delta_1$, $\delta_2$ et $\delta$ introduisent des imprécisions largement couvertes par les erreurs de mesure suivant une importante remarque faite déjà par M. Louis de Broglie en se référant aux incertitudes de Heisenberg.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Sur le mécanisme de la tripartition de l'uranium.* Note [1] de M. **Tsien San-Tsiang**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Dernièrement, par la méthode photographique, en commun avec mes collaborateurs, j'ai mis en évidence de nouveaux modes de fission de l'uranium sous l'action des neutrons lents, fission en trois ou quatre fragments chargés [2], [3]. Les résultats expérimentaux suivants permettent de discuter le mécanisme du phénomène le plus fréquent, fission en trois fragments.

A. La distribution des masses montre que deux fragments lourds, $m_1$ et $m_2$, ont des valeurs moyennes de 131 et 99, tandis que $m_3$ varie entre 2 et 32, avec un groupe plus important vers $m = 5$ ou 6 [4], [5], [6].

B. L'émission de $m_3$ est *de préférence dans la direction perpendiculaire à celle de* $m_1$ *et* $m_2$. La statistique [4] montre généralement $\alpha_1 > \alpha_2$ et que $\Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_2$ a une valeur moyenne d'environ 20° (*fig.* 1). Ceci indique que $m_1$ emporte la plus grande quantité de l'impulsion.

Pour une raison ou une autre, certains auteurs pensent que le troisième fragment $m_3$, en particulier le groupe le plus important $m_3 = 5$ ou 6, pourrait être une particule $\alpha$ et que la fission en trois fragments pourrait être expliquée par la réaction en deux étapes avec l'émission d'une particule $\alpha$ : c'est-à-dire qu'une particule $\alpha$ serait émise soit avant la fission, soit après la fission. Si elle était émise avant la division du noyau, sa direction serait de préférence dans celle de l'axe de la goutte déformée

---

(1) Séance du 31 mars 1947.

(2) Tsien, Chastel, Ho et Vigneron, *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 986.

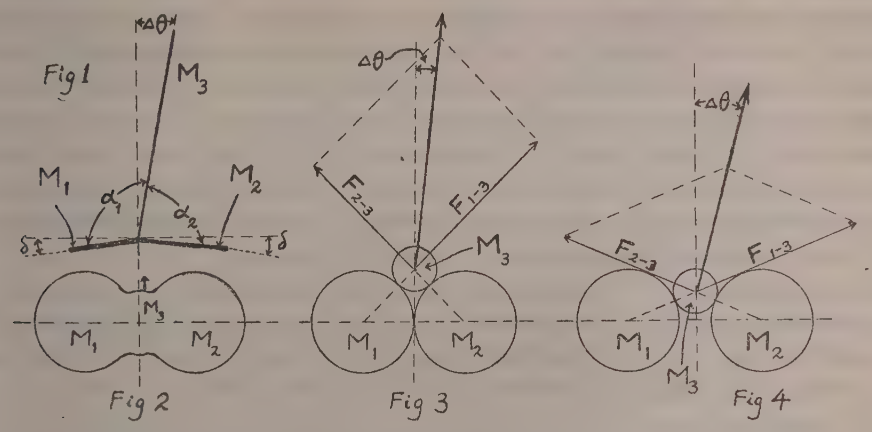
(3) Ho, Tsien, Vigneron et Chastel, *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 1119.

(4) Tsien, Ho, Chastel et Vigneron, *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 272.

(5) Tsien, Ho, Chastel et Vigneron, *Phys. Rev.*, 1947, (March.).

(6) Tsien, Ho, Vigneron et Chastel, *Nature*, 1947 (sous presse).

(modèle de la goutte liquide de Bohr), car la barrière du potentiel est la moins élevée dans cette direction. Si elle était émise, après la fission, par un des fragments lourds, la direction aurait une distribution de hasard ([7]). Sans parler d'autres arguments défavorables, le fait que $m_3$ est émise de




Les figures 3 et 4 représentent, d'une façon très schématique, les trois fragments juste avant leur séparation. Les rayons de $m_1$ et $m_2$, $r_1$ et $r_2$ sont peu différents et sensiblement égaux à $7.10^{-13}$ cm et celui de $m_3$, $r_3$, est environ $2\text{-}3.10^{-13}$ cm. La figure 3 correspond au cas des trois noyaux en contact, et la figure 4, au cas où $m_1$ et $m_2$ sont séparés par une distance de $4.10^{-13}$ cm voisine du diamètre de $m_3$.

préférence dans la direction perpendiculaire à $m_1$ et $m_2$ semble indiquer que l'interprétation par la réaction en deux étapes n'est pas satisfaisante.

D'après le modèle de la goutte liquide du noyau, Present ([8]) a prévu que si l'amplitude de déformation de 4e harmonique est grande, la goutte a la possibilité de former trois gouttelettes co-linéaires dont les grandeurs dépendent des amplitudes et des phases de 2e et 4e harmoniques (*tripartition* ou *ternary fission*). Notre observation semble correspondre au cas où la gouttelette centrale est relativement petite par rapport aux deux autres. Examinons la direction d'émission de $m_3$ d'après cette image. Supposons que, par un effet de vibration violente ou un effet de dissymétrie, $m_3$ se déplace légèrement vers le haut (*fig.* 2) jusqu'au point où les trois noyaux sont en contact, formant des noyaux indépendants (*fig.* 3 et 4). A partir de ce moment, les trois noyaux vont être projetés violemment, la direction de $m_3$ va suivre celle du résultant des forces répulsives $F_{1-3}$ et $F_{2-3}$ qui sont proportionnelles aux charges Z de $m_1$ et $m_2$. Comme en première approximation, nous pouvons prendre $Zm_1 = 50$ et $Zm_2 = 40$, nous sommes ainsi conduits à $\Delta\theta = 7^\circ$ (*fig.* 3) ou $\Delta\theta = 15^\circ$ (*fig.* 4). *La valeur moyenne expérimentale de* $\Delta\theta = \frac{1}{2}\Delta\alpha = 10^\circ$ *s'encadre parfaitement dans ces limites* (*fig.* 1).

([7]) Wheeler, communication privée.

([8]) *Phys. Rev.*, 59, 1941, p. 466.

Il résulte de ces discussions que l'interprétation de nos résultats par le mécanisme de la tripartition est plus satisfaisante que celle de la réaction en deux étapes avec l'émission d'une particule $\alpha$. D'autant plus que $m_3$ peut avoir des valeurs très éloignées de celle des particules $\alpha (m_3 = 32)$ [5]. D'après le mécanisme de tripartition, il est naturel d'avoir un spectre de masses pour $m_3$ (comme pour $m_1$ et $m_2$) avec une fréquence plus grande dans la région des masses légères. ${}^3_1H$ ou ${}^6_2He$ seraient aussi probables, si non plus que ${}^4_2He$, par suite de leur excès en neutrons. Une analyse des fragments de fission dans la région des poids atomiques légers par le spectrographe de masse en utilisant une source de neutrons très intense (par exemple, la pile d'uranium), pourrait donner plus d'informations sur la distribution des masses du troisième fragment.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Détermination du coefficient de partage de l'eau entre les acides nitrique et sulfurique dans les mélanges ternaires*. Note [1] de M. **Jean Chédin**, Mme **Suzanne Fénéant** et M. **René Leclerc**, présentée par M. Jean Cabannes.

La courbe 1 (*fig.* 1) est l'enregistrement de la bande correspondant aux vibrations des hydroxyles (bande —OH) dans le spectre Raman d'un mélange sulfonitrique A du domaine III (Note précédente) [2]; composition centésimale $NO_3H$, 82,5; $SO_4H_2$, 6,5; $H_2O$, 11. Son aspect est analogue à celui de la bande —OH de l'acide nitrique à 90 %, sans $SO_4H_2$ (voir *fig.* 1, Note précé-

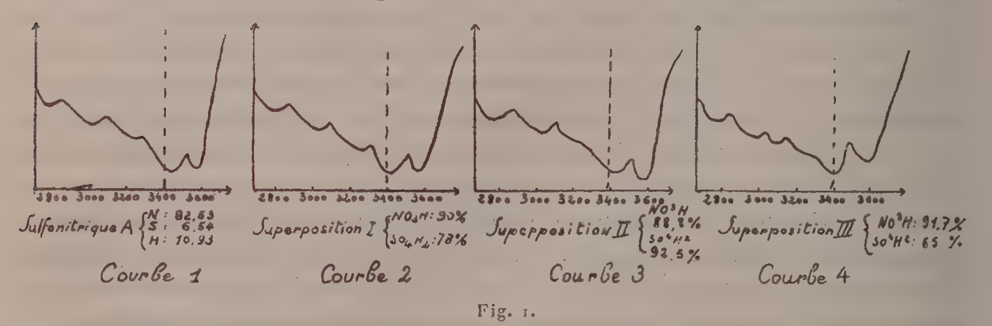


Fig. 1.

dente). Dans ce mélange, l'acide nitrique doit donc avoir une concentration réelle voisine de 90 %. Un calcul immédiat montre que dans ces conditions, l'acide sulfurique hydraté qui serait en équilibre avec cet acide nitrique hydraté, serait à 78 %. La courbe 2 est l'enregistrement de la bande —OH obtenue en superposant (superposition I) les spectres de $NO_3H$ à 90 % et $SO_4H_2$ à 78 % avec des temps de pose respectifs proportionnels au poids de

(1) Séance du 17 mars 1947.

(2) *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 930.

chacun de ces acides hydratés dans le mélange A, et avec un temps de pose total égal à celui du mélange A. D'ailleurs, pour ce mélange qui contient peu de $SO_4H_2$, la bande —OH de cet acide, très faible, ne déforme que peu celle de l'acide nitrique hydraté qu'il contient; il n'en est pas de même pour des mélanges plus riches en $SO_4H_2$. Pour apprécier la précision de la méthode, on a établi *par superposition* dans les conditions déjà décrites :

Courbe 3 : bande —OH, obtenue par superposition en supposant que le mélange A contient son $NO_3H$ à 88,8 %. Le calcul indique que son $SO_4H_2$ serait alors à 92,5 %.

Courbe 4 : $NO_3H$ est supposé à 91,7 %; $SO_4H_2$ serait à 65 %.

Si l'on compare les courbes 1, 2, 3, 4, on voit que la courbe *synthétique* 2 est à peu près identique à la courbe 1, du mélange réel. La raie 3550 $cm^{-1}$ est trop forte sur la courbe 3, trop faible sur la courbe 4, par rapport à ce qu'elle est dans le mélange réel (courbe 1), où, toutes choses égales, elle arrive sur la

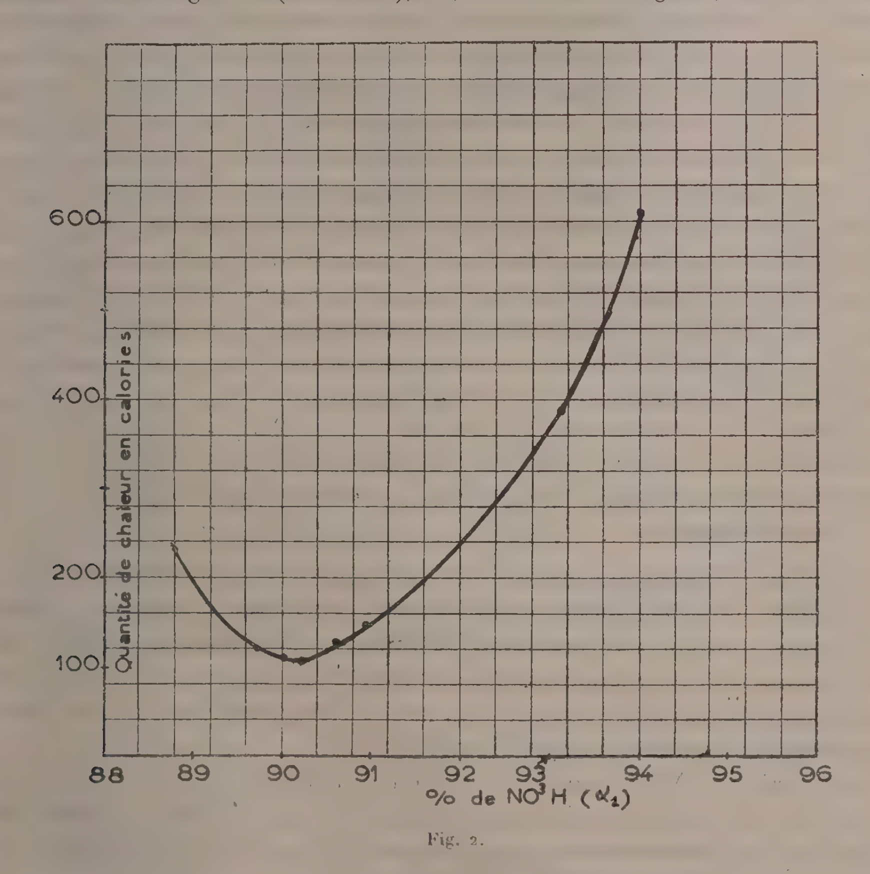



Fig. 2.

même horizontale que la bande 3400 $cm^{-1}$. C'est bien là le sens de la variation que l'on pouvait attendre d'après la Note précédente, et l'on voit qu'il est

possible de préciser (tout au moins pour le mélange A choisi) la concentration *réelle* de son acide nitrique à $\pm 1$ % près.

Nous avons transposé la méthode dans le domaine calorimétrique. Si le mélange A est bien constitué par $p$ grammes $NO_3H$ à 90 % $+ (100 - p)$ g $SO_4H_2$ à 78 %, le dégagement de chaleur produit par le mélange des poids $p$ et $p'$ de ces deux acides ainsi hydratés doit être nul ou très faible. La méthode consiste à mesurer la chaleur dégagée par formation dans le vase calorimétrique de $100^g$ de mélange A à partir de $p_1$ g $NO_3H$ supposé à $\alpha_1$ % et $(100 - p_1)$ g $SO_4H_2$ à $\beta_1$ %; $p_1$ et $\beta_1$ sont immédiatement calculables en fonction de $\alpha_1$. On fait varier $\alpha_1$ autour de la valeur jugée probable (ici 90 % déterminé spectralement). A chaque valeur de $\alpha_1$ correspond une expérience calorimétrique, et un dégagement de chaleur $Q_1$. Dans le cas du mélange A, la figure 2 représente les phénomènes calorifiques. On constate qu'elle présente un minimum très net pour $\alpha = 90$. La calorimétrie comme l'étude spectrographique s'accordent donc de façon très remarquable et permettent de conclure qu'à $\pm 1$ % près, le coefficient de partage de l'eau dans ce mélange est tel, que l'acide nitrique contenu est à une concentration réelle de 90 %. On ne peut pas dire que les 91,7 g $NO_3H$ à 90 % et les 8,3 g $SO_4H_2$ à 78 % qui le constituent se mélangent de façon absolument idéale, sans aucune interaction. Il y a, en effet, un effet calorifique non nul ($108^{cal}$) qui mesure ainsi le degré d'imperfection de l'hypothèse. Étant donné les très grandes quantités de chaleurs mises en jeu dans les réactions d'hydratation de $SO_4H_2$ ou $NO_3H$, cet effet calorifique (rapporté à 100 g) est très faible et l'hypothèse satisfaisante.

Il est donc possible de déterminer la concentration réelle de $NO_3H$ dans les mélanges du domaine III. Nous continuons cette étude à la fois par les méthodes spectrales et calorimétriques.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Remarques sur la grandeur moléculaire de l'acide molybdique en solution aqueuse.* Note [1] de M. **Georges Carpéni**, transmise par M. Louis Hackspill.

Le problème du poids moléculaire de l'acide molybdique en solution aqueuse a été maintes fois posé pour aboutir, après plusieurs discussions parfois vives, à une solution qui paraissait définitive : la molécule renfermerait quatre atomes Mo et répondrait à la formule $Mo_4O_{13}H_2$. Disons tout de suite que tel n'est pas notre avis, des preuves sérieuses militant, au contraire, en faveur de l'acide dimolybdique $Mo_2O_7H_2$.

Dans la présente Note, nous nous limitons exclusivement au cas de l'*acide pur*, sans entrer dans des considérations mettant en jeu également les différents sels obtenus par neutralisation dans des conditions diverses (présence ou absence de sels neutres, taux de neutralisation variable).

---

[1] Séance du 31 mars 1947.

Parmi les méthodes utilisées pour résoudre le problème, la cryoscopie se détache nettement, les déterminations de poids moléculaire par dialyse ou par diffusion étant, par ailleurs, sujettes à caution. D'utiles indications ont été, en outre, obtenues aussi par électrométrie, par conductimétrie, enfin par spectrographie dans l'ultraviolet.

Ne pouvant entrer ici dans des détails ([2]), notons brièvement les données expérimentales sur lesquelles nous entendons nous appuyer pour la suite de l'exposé.

L'acide molybdique, sous la forme parfaitement définie d'oxyde dihydraté jaune $MoO_3.2H_2O$, est peu soluble, aussi ses solutions *pures* sont-elles relativement diluées, de l'ordre de 0,01 M (mol/g). Bien qu'on connaisse des solutions d'acide molybdique plus concentrées et même très concentrées (l'acide de Graham-Murgier en particulier), nous ne pouvons les faire entrer dans le cadre de la présente Note, vu qu'elles sont de nature nettement colloïdale et, par ailleurs, insuffisamment connues. En absence de tout corps étranger, l'acide molybdique fournit des solutions parfaitement incolores, limpides et de nature électrolytique pure. Le pH révèle par sa valeur, tout comme la conductibilité, la présence d'un acide très probablement bibasique, à première fonction *moyennement forte*, à deuxième fonction faible ou négligeable, sans qu'il soit possible de préciser le degré de condensation. Les courbes de titrage électro- et conductimétriques, de leur côté, accusent la présence d'un acide condensé à nombre *pair* d'atomes Mo, tandis que les spectres d'absorption ultraviolets indiquent nettement qu'il s'agit d'un acide condensé. Mais l'essentiel du problème se ramène en définitive à l'étude cryoscopique. Nous analyserons donc plus en détail les résultats des recherches entreprises plus particulièrement par G. Darmois, Doucet et M^lle^ Murgier ([3]). A l'aide d'un appareil très étudié et de grande sensibilité, Doucet mesure les abaissements cryoscopiques $\theta$ pour les concentrations [Mo], en atomes g/l, comprises entre 0,0022 et 0,2090 M. Comme la courbe $\theta/[\mathrm{Mo}] = f(\sqrt{[\mathrm{Mo}]})$ est une droite pour $[\mathrm{Mo}] \leqq 0,022$ environ, une extrapolation commode fournit l'abaissement moléculaire limite $(\theta/[\mathrm{Mo}])_0 = 1,39$.

Si l'acide présent, de formule générale $(\mathrm{Mo}_x\mathrm{O}_z)\mathrm{H}_y$ ([4]), était fort (entièrement dissocié), il donnerait $1+y$ ions, d'où

$$\left(\frac{\theta}{[\mathrm{Mo}]}\right)_0 = \mathrm{K}(1+y) = 1,858(1+y) = 1,39,$$

$\mathrm{K} = 1,858$ étant la constante cryoscopique de l'eau. Il en résulte $(1+y)/x = 1,39/1,858 \# 0,75$.

---

([2]) Un Mémoire plus complet paraîtra prochainement au *Bulletin de la Société Chimique de France*.

([3]) ([3a]) *Comptes rendus*, 208, 1939, p. 750; ([3b]) DOUCET, *Thèse*, Paris, 1942; ([3c]) DOUCET, *J. Phys. Radium*, 4, 1943, pp. 41-55.

([4]) Les atomes H écrits à l'extérieur de la parenthèse signifient qu'ils sont dissociables.

En dehors de quelques arguments par analogie, d'un poids assez faible, la seule raison sérieuse invoquée à l'appui de l'existence, généralement admise, d'une molécule tétramolybdique $Mo_4O_{13}H_2$, réside dans la dernière égalité $1+y=0,75\,x$ *en admettant* $y=2$, ce qui entraîne $x=4$. Mais cette assertion est injustifiée, car elle postule précisément un acide *bibasique fort*, entièrement dissocié ($y=2$), ce qui est manifestement inexact : les données électro- et conductimétriques précédentes le prouvent, tout comme les mesures de coefficients d'activité des auteurs mêmes de l'étude cryoscopique [cf. ([3a]) et ([3c])]. L'acide présent étant en fait *monobasique moyennement fort* ([5]), sa dissociation est incomplète; la valeur la plus probable de $y$ est, dans ces conditions $y \leq 1$. Comme, de plus, le nombre d'atomes Mo doit être *pair* (voir précédemment), il s'ensuit que $x=2$. D'après la relation cryoscopique $1+y=0,75x$, il résulte strictement $y=0,5$, ce qui signifie qu'il s'agit d'un *acide* $[Mo_2O_7H]H$ *dissocié à* 50 %.

Cette conclusion, valable pour les concentrations habituelles

$$0,002 \lesssim [MoO_3] \lesssim 0,02\ M,$$

s'oppose formellement à celle admise jusqu'à présent; elle nous semble cependant infiniment plus acceptable.

Quant aux solutions nettement plus concentrées d'acide molybdique colloïdal, bien qu'il ne puisse être question de parler d'un poids moléculaire précis, nous croyons qu'elles renferment effectivement des molécules plus condensées ([6]), avec des indices $x$ peut-être variables, des auteurs différents lui attribuant les valeurs 4, 6, 12 ou même 24.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude de l'halogénation de divers cyclènes par le N-bromosuccinimide*. Note ([1]) de MM. **Max Mousseron, François Winternitz** et **Robert Jacquier**, présentée par M. Marcel Delépine.

*Méthyl-1 cyclohexène.* — En appliquant la méthode de Ziegler et collaborateurs ([2]) on obtient presque exclusivement le méthyl-1 bromo-6 cyclohexène-1 ([3]); par hydrolyse oxydante ([4]), on isole en effet la méthyl-1 cyclohexène-1 one-6 (sem.-carb. F 210-211°) à côté de faibles quantités de méthyl-1 cyclohexène-1 one-3 (sem.-carb. F 200°). L'action du malonate

---

([5]) La deuxième fonction est faible et négligeable.

([6]) Spectre Raman à grand nombre de raies [cf. M^lles Murgier et Théodoresco, *Comptes rendus*, **215**, 1942, p. 530. Cf. (1)].

([1]) Séance du 31 mars 1947.

([2]) *Ann. der. Chem.*, **551**, 1942, p. 80.

([3]) Guillemonat, *Annales de Chimie*, 11^e série, **11**, 1939, p. 143.

([4]) Courtot et Pierron, *Bull. Soc. Chim.*, 4^e série, **45**, 1929, p. 289.

d'éthyle sodé sur le bromo-cyclène précédent donne l'acide (méthyl-2 cyclohexène-2)yl malonique F 155-156° (5).

*Chloro-1 cyclohexène.* — On isole le chloro-1 bromo-3 cyclohexène-1 $É_3$ 75-78°; $d_{25}^{25}$ 1,545; $n_D^{20}$ 1,5501, identifié par action de l'acétate d'argent et saponification en un alcool $É_{15}$ 90°; $d_{25}^{25}$ 1,182; $n_D^{25}$ 1,5062, qui donne par oxydation sulfochromique la chloro-1 cyclohexène-1 one-3, $É_{15}$ 87-88°; $d_{25}^{25}$ 1,181; $n_D^{25}$ 1,5008; sem.-carb F 220-221°. La chloro-1 cyclohexène-1 one-6 F 70° sem.-carb. F 195-198°, entrevue par Koetz et Richter (6), a en effet été synthétisée d'une façon identique à partir du dichloro-1.2 cyclohexène-2 (7).

Il semble donc que la cétone chlorée de semi-carbazone F 190° obtenue par Crossley et Haas (8) soit en réalité la chloro-1 cyclohexène-1 one-5.

Par addition d'acide hypochloreux sur le méthyl-3 chloro-1 cyclohexène-1 $É_{25}$ 60-62°; $d_{25}^{25}$ 1,037; $n_D^{25}$ 1,4781, isolé par action du bromure de méthylmagnésium sur le chloro-1 bromo-3 cyclohexène-1, on obtient un mélange de méthyl-3 chloro-2 cyclohexanone et de méthyldichlorocyclohexène (7); le produit brut, traité par le méthylate de sodium (9), nous a conduits à un mélange des deux acides méthyl-2 cyclopentanecarboxyliques stéréoisomères : amides F 123-124° et F 147° avec prédominance de ce dernier.

*Méthyl-1 cyclopentène.* — Le bromo-cyclène, instable, n'a pu être isolé.

*Chloro-1 cyclopentène.* — On obtient le chloro-1 bromo-3 cyclopentène-1, $É_3$ 60°; $d_{25}^{25}$ 1,586; $n_D^{25}$ 1,5585, identifié par hydrolyse oxydante en chloro-1 cyclopentène-1 one-3 sem.-carb. F 235-237° déc. La chloro-1 cyclopentène-1 one-5 a en effet été préparée soit comme son homologue supérieur, à partir du dichloro-1.2 cyclopentène-2; soit par addition du chlorure d'acétyle (10) sur le chloro-époxy-1.2 cyclopentane (11), ce qui donne un acétate $É_{18}$ 84-5; $d_{25}^{25}$ 1,158; $n_D^{25}$ 1,4848 saponifié en un alcool $É_{18}$ 70°; $d_{25}^{25}$ 1,181; $n_D^{25}$ 1,4893, finalement oxydé par le mélange sulfochromique en chloro-1 cyclopentène-1 one-5 cherchée sem.-carb. F 220-221°.

*Éthyl-1 cyclohexène.* — Il donne l'éthyl-1 bromo-6 cyclohexène-1 $É_{20}$ 88-90°; $d_{25}^{20}$ 1,250; $n_D^{25}$ 1,5180, conduisant par hydrolyse oxydante à l'éthyl-1 cyclohexène-1 one-6 (sem.-carb. F 175°).

*Méthène-cyclohexane.* — Il ne se laisse bromer qu'après un chauffage prolongé et conduit, à côté d'une forte proportion de produits polybromés, au bromo-2 méthène-cyclohexane $É_{20}$ 80°; $d_{25}^{25}$; 1,407 $n_D^{20}$; 1,5283. Par saponi-

(5) MOUSSERON, GRANGER et WINTERNITZ, *Comptes rendus*, **217**, 1943, p. 246.
(6) *J. prakt. Chem.*, **111**, 1925, p. 373.
(7) MOUSSERON, WINTERNITZ et JACQUIER, *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 36.
(8) *J. chem. Soc.*, **83**, 1903, p. 494
(9) FAWORSKY et BOSHOWSKY, *Bull. Soc. Chim.*, 4e série, **36**, 1924, p. 1733.
(10) BRUNEL, *Comptes rendus*, **183**, 1926, p. 562.
(11) MOUSSERON, WINTERNITZ et JACQUIER, *Comptes rendus*, **223**, 1946, p. 1014.

fication de l'acétate obtenu par action de l'acétate d'argent, on isole en effet le méthène-2 cyclohexanol (phényluréthane F 61°).

*Méthyl-1 cyclohexène-2* ([12]). — Le méthyl-1 bromo-4 cyclohexène-2, $É_{18}$ 74°; $d_{25}^{25}$ 1,292; $n_D^{25}$ 1,5173, a été caractérisé par hydrolyse oxydante en méthyl-1 cyclohexène-2 one-4 (sem.-carb. F 191-192°).

Par action du bromure de méthylmagnésium, il a donné le diméthyl-1.4 cyclohexène-2 $É_{760}$ 125-6°; $d_{25}^{25}$ 0,804; $n_D^{25}$ 1,4433.

*Méthyl-1 cyclohexène-3 racémique et actif.* — L'halogénation conduit uniquement au méthyl-1 bromo-5 cyclohexène-3, $É_{25}$ 80°; $d_{25}^{25}$ 1,315; $n_D^{25}$ 1,5232, donnant par hydrolyse oxydante la méthyl-1 cyclohexène-3 one-5 (sem.-carb. F 159-160°).

Le bromo-cyclène actif, $(\alpha)_{546}$ + 1°,4, traité par l'éthylate de sodium, conduit principalement au méthyl-1 éthoxy-5 cyclohexène-3, $É_{760}$ 155°; $d_{25}^{25}$ 0,885; $n_D^{25}$ 1,4495; $(\alpha)_{546}$ + 34°,0; ce dernier, traité par le sulfate acide de potassium, donne un méthyl-1 cyclohexadiène-2.4 fortement racémisé $(\alpha)_{546}$ + 50°,5 ([13]).

*Diméthyl-1.3 cyclohexène-3 actif* ([14]). — Il conduit, d'après les résultats précédents, au diméthyl-1.3 bromo-2 cyclohexène-3, $É_{18}$ 90°; $d_{25}^{25}$ 1,231; $n_D^{25}$ 1,5018; $(\alpha)_D$ + 53°,5. Par action du bromure de méthylmagnésium, on obtient le triméthyl-1.2.3 cyclohexène-3, $É_{760}$ 140°; $d_{25}^{25}$ 0,831; $n_D^{25}$ 1,4572; $(\alpha)_{546}$ + 48°,8.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cyclopentylation des hydrocarbures aromatiques.* Note ([1]) de MM. **Paul Cagniant**, **Antonin Deluzarche** et **Georges Chatelus**, présentée par M. Marcel Delépine.

Si la tertiobutylation et la cyclohexylation des hydrocarbures aromatiques ont été très étudiées, la cyclopentylation, par contre, l'a été beaucoup moins et l'on ne trouve que peu de renseignements sur cette réaction dans la bibliographie.

Dans le présent travail nous avons étudié la cyclopentylation des hydrocarbures suivants : benzène, toluène, *o*-, *m*- et *p*-xylène, mésitylène, diphényle, hydrindène, acénaphtène et également celle de l'anisole. Nous avons obtenu respectivement, à côté des produits di- et plus rarement trisubstitués correspondants, les hydrocarbures monocyclopentylés : phénylcyclopentane (I), obtenu rapidement et très pur par cette méthode; cyclopentyl-3 toluène (II), mélange de 3 et de 4 où prédomine le premier ([2]); cyclopentyl-4 diméthyl-1.2

([12]) Berlande, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, **9**, 1942, p. 642.

([13]) Mousseron et Winternitz, *Comptes rendus*, **219**, 1944, p. 68.

([14]) Mousseron et Granger, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, **13**, 1946, p. 224.

([1]) Séance du 31 mars 1947.

([2]) R. Pajeau, *Bull. Soc. Chim.*, 5e série, **12**, 1945, p. 637.

benzène (III); cyclopentyl-4 dimenthyl-1.3 benzène (IV); cyclopentyl-2 diméthyl-1.4 benzène (V); cyclopentyl-4 triméthyl-1.3.5 benzène (VI); cyclopentyl-4 diphényle (VII); cyclopentyl-5 hydrindène (VIII), cyclopentyl-5 acénaphtène (IX) et le cyclopentyl-4 anisole (X) (mélange de 2 et de 4, où ce dernier prédomine).

(I) R = R′ = R″ = H
(III) R = $CH_3$, R′ = $CH_3$, R″ = H

(II) R = $CH_3$, R′ = H, R″ = H
(IV) R = $CH_3$, R′ = $CH_3$, R″ = H
(XI) R = $CH_3$, R′ = $CH_3$, R″ = CO $CH_3$

(V) R = cyclopentyl, R′ = H
(XII) R = R′ = cyclopentyl

(VI)

(VIII) R = cyclopentyl, R′ = H
(XIII) R = R′ = cyclopentyl

(VII) (IX) (X)

Un essai de cyclopentylation du thiophène en milieu sulfocarbonique n'a pas donné de produits de condensation. La constitution de tous ces hydrocarbures monocyclopentylés a été établie par oxydation permanganique et la synthèse de la plupart effectuée suivant la méthode de Denissenko ([3]).

*Partie expérimentale.* — Mode opératoire général : *a.* Pour les hydrocarbures liquides : $70^{cm^3}$ de l'hydrocarbure considéré sont agités à 0° en présence de $2^g$ de $Cl_3Al$ et l'on ajoute goutte à goutte $15^g$ de cyclopentène; il y a échauffement et la réaction est terminée en 10 minutes. La suite des opérations habituelles conduit aux substances désirées. *b.* Pour les solides, on effectue la même opération en milieu sulfocarbonique ([4]).

1° *Cyclopentylation du benzène.* — On obtient à côté du phénylcyclopentane (I) bien connu, un dicyclopentylbenzène liquide, $C_{16}H_{22}$, $É_{15}$ 178-180°, $d_4^{20}$ 0,976, $n_d^{20}$ 1,5420, et un mélange de dérivés trisubstitués, d'où par cristallisation on retire le tricyclopentyl-1.3.5 benzène pur, $C_{21}H_{30}$, F 62-63°, cristaux incolores (alcool). 2° *Cyclopentylation du*

---

([3]) *Ber. Deutsch. Chem. Ges.*, **69**, 1936, p. 1353.

([4]) Voir également Buu-Hoï et P. Cagniant, *Comptes rendus*, **220**, 1945, p. 326.

*toluène* (II) : $C_{12}H_{16}$, $É_{16}$ 112°, $d_4^{20}$ 0,937, $n_D^{20}$ 1,5258, liquide d'odeur agréable; dérivé dicyclopentylé, $C_{17}H_{24}$, $É_{16}$ 178-179°, $d_4^{20}$ 0,970, $n_D^{20}$ 1,5385; on n'obtient pas de dérivé tricyclopentylé. 3° *Cyclopentylation de l'o-xylène* (III) : $C_{13}H_{18}$, $É_{16}$ 129°, $d_4^{20}$ 0,936, $n_D^{20}$ 1,5280; il ne se forme pas de dérivé dicyclopentylé. 4° *Cyclopentylation du m-xylène* (IV) : $C_{13}H_{18}$, $É_{14}$ 131°, $d_4^{20}$ 0,933, $n_D^{20}$ 1,5265, le même hydrocarbure est obtenu avec $Cl_3Fe$ au lieu de $Cl_3Al$; dérivé dicyclopentylé $C_{18}H_{26}$, $É_{15}$ 185°, $d_4^{20}$ 0,971, $d_D^{20}$ 1,5415. Acétyl-2 cyclopentyl-5 diméthyl-1.3 benzène (XI) : $C_{15}H_{20}O$, $É_{14}$ 175°, $d_4^{20}$ 1,017, $n_D^{20}$ 1,5460 liquide peu odorant. Semicarbazone de (XI) : $C_{16}H_{23}ON_3$, F inst. 179°, cristaux incolores (alcool).

5° *Cyclopentylation du p-xylène* (V) : $C_{13}H_{18}$, $E_{13}$ 124°, $d_4^{20}$ 0,937, $n_D^{20}$ 1,5275; dicyclopentyl-2.5 diméthyl-1.4 benzène (XII), $C_{18}H_{26}$, F 79-80°, cristaux incolores (alcool), le dérivé dicyclohexylé correspondant fond à 156-157° ([5]); il ne se forme pas de dérivé tricyclopentylé. 6° *Cyclopentylation du mésitylène* (VI) : $C_{14}H_{20}$, $É_{15}$ 138-139°, $d_D^{20}$ 0,943. $n_D^{20}$ 1,5312, liquide peu odorant. 7° *Cyclopentylation du diphényle*. On obtient un mélange d'où l'on retire pur par cristallisation (VII) F 45°,5, longues aiguilles incolores (alcool); l'isomère liquide (d'odeur peu agréable), probablement le -2 a les constantes suivantes : $É_{14}$ 199-200°, $d_4^{20}$ 1,034, $n_D^{20}$ 1,6005; *p.p'*-dicyclopentyldiphényle, $C_{22}H_{26}$, F 145-146°, cristaux incolores (alcool); la structure de ce composé (obtenu à côté d'un isomère liquide) a été déterminée par synthèse de Wurtz-Fittig à partir du *p*-bromophénylcyclopentane ([6]). 8° *Cyclopentylation de l'hydrindène* (VIII) : $C_{14}H_{18}$, $É_{15}$ 151-152°, $d_4^{20}$ 0,991, $n_D^{20}$ 1,5486, liquide incolore; dérivé dicyclopentylé (XIII), probablement le -5.6, $C_{19}H_{26}$, $É_{15}$ 210-211°, $d_4^{20}$ 1,009, $n_D^{20}$ 1,5558, huile incolore. 9° *Cyclopentylation de l'acénaphtène* (IX) : $C_{17}H_{18}$, $É_{16}$ 210-212°, $d_4^{20}$ 1,077, $n_D^{20}$ 1,6225, huile faiblement colorée; le dérivé cyclohexylé correspondant fond à 84° ([4]). Dérivé dicyclopentylé $C_{22}H_{26}$, $É_{15}$ 276-278°, huile visqueuse. 10° *Cyclopentylation de l'anisole* (X) : $C_{12}H_{16}O$, $É_{16}$ 128-128°,5, $d_4^{20}$ 1,013, $n_D^{20}$ 1,5355, liquide d'odeur forte. Dérivé dicyclopentylé. $C_{17}H_{24}O$, $É_{16}$ 195°, huile peu odorante, $d_4^{20}$ 1,018, $n_D^{20}$ 1,5425.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthode générale de préparation des oximes N-substituées*. Note de M. **Panos Grammaticakis**, présentée par M. Marcel Delépine.

En vue d'une étude spectrale et chimique de quelques dérivés N-alcoylés et N-acidylés des aldoximes et des cétoximes, j'ai été conduit à préparer des composés des formes (I) et (II) ([1])

$$\begin{matrix} R_1 \\ R_2 \end{matrix}\!\!>C=\underset{\underset{O}{\|}}{N}.CH\!\!<\!\!\begin{matrix} R_4 \\ R_3 \end{matrix} \quad (I) \qquad\qquad \begin{matrix} R_1 \\ R_2 \end{matrix}\!\!>C=\underset{\underset{O}{\|}}{N}.CO.R_3 \quad (II)$$

(où $R_1$, $R_2$, $R_3$ et $R_4$ = alcoyles, aryles et hydrogène).

([5]) Bodroux, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 1005.

([6]) P. Cagniant et A. Deluzarche, *Sur la chimie du phénylcyclopentane*, à paraître au *Bull. Soc. Chim.*

([1]) Je dois signaler plus particulièrement les recherches de E. Beckmann et I. Scheiber, *Liebig's Ann.*, 355, 1907, p. 236. Dans ce mémoire se trouvent exposés les travaux concernant la préparation des cétoximes N-substituées.

A. *Préparation des cétoximes N-alcoylées.* — En utilisant un procédé analogue à celui que j'ai déjà employé pour l'obtention des hydrazones ([2]) et des imines des formes $R_2.(R_1)C=N.N(R_3).R_4$ et $R_2.(R_1)C=N.R_3$, j'ai pu préparer avec d'excellents rendements des cétoximes substituées du type (I) par oxydation des N.N-dialcoyl-hydroxylamines correspondantes (I′) suivant le schéma

$$\begin{matrix}R_1\\R_2\end{matrix}\!\!>CH.\underset{\underset{(I')}{OH}}{\underset{|}{N}}.CH<\!\!\begin{matrix}R_4\\R_3\end{matrix} \xrightarrow{O} \begin{matrix}R_1\\R_2\end{matrix}\!\!>C=\underset{\underset{O}{\|}}{N}.CH<\!\!\begin{matrix}R_4\\R_3\end{matrix} \quad \text{ou} \quad \begin{matrix}R_1\\R_2\end{matrix}\!\!>CH.\underset{\underset{O}{\|}}{N}=C<\!\!\begin{matrix}R_4\\R_3\end{matrix}$$

C'est ainsi, par exemple, qu'en oxydant à l'aide des divers oxydants (ferricyanure de potassium en milieu alcalin, oxyde jaune de mercure, etc.) la N.N-*bis*-[1-phényl-propyl]-hydroxylamine, $C_{18}H_{23}ON$, $[CH_3.CH_2.(C_6H_5)CH]_2N.OH$, liquide visqueux; chlorhydrate F 188° (déc.); son dérivé acétylé, F 112°; sa phényluréthane F 113° (déc.), j'ai obtenu presque quantitativement la N-[1-phényl-propyl]-oxime de la propiophénone, $C_{18}H_{21}ON$, $[C_6H_5(C_2H_5)C=N(:O).CH(C_2H_5).C_6H_5$, liquide visqueux]. L'hydrolyse chlorhydrique de ce produit fournit la N-[1-phényl-propyl]-hydroxylamine et la propiophénone.

*Remarque.* — Les N.N-dialcoyl-hydroxylamines du type (I′) peuvent être préparées par plusieurs procédés et en particulier par action alternative du réactif de Grignard et des oxydants sur les aldoximes N-substituées, composés facilement accessibles ([3]).

B. *Préparation des N-acidyl-oximes.* — En oxydant les N-acidyl-N-alcoyl-hydroxylamines (II′) par divers oxydants, comme dans le cas de préparation des N-alcoyl-cétoximes, on obtient presque quantitativement les oximes N-acidylées correspondantes (II) selon le schéma

$$\begin{matrix}R_1\\R_2\end{matrix}\!\!>CH.\underset{\underset{(II')}{OH}}{\underset{|}{N}}.CO.R_3 \xrightarrow{O} \begin{matrix}R_1\\R_2\end{matrix}\!\!>C=\underset{\underset{O}{\|}}{N}.CO.R_3.$$

Ainsi, par exemple, en oxydant la N-acétyl-N-benzyl-hydroxylamine, F 127° $C_6H_5.CH_2.N(OH).CO.CH_3$, à l'aide de OHg en milieu chloroformique, on obtient la N-acétyl-benzaldoxine, F 15°, $[C_6H_5.CH=N(:O).COCH_3]$, composé identique à l'α-acétyl-benzaldoxime, préparée par action de l'anhydride acétique sur la benzaldoxime.

De même l'oxydation de la N-phénylcarbamyl-N-benzyl-hydroxylamine, F 166° (déc.), $(C_6H_5CH_2N(OH)CONHC_6H_5)$ fournit la N-phénylcarbamyl-

---

([2]) *Comptes rendus*, **210**, 1940, p. 304.

([3]) P. Grammaticakis, *Comptes rendus*, **205**, 1937, p. 61.

benzaldoxime, F 136° ($C_6H_5CH{=}N(:O)CONHC_6H_5$), obtenue également par action de l'isocyanate de phényle sur la benzaldoxime.

Je dois noter que le mode de préparation des dérivés acidylés précédents de la benzaldoxime est en faveur de la structure N-acidylée de ces composés et en désaccord avec la structure O-acidylée, attribuée jusqu'ici, presque unanimement, aux composés α-acidylés des oximes ([4]).

Je poursuis des recherches en vue de vérifier si l'action des halogénures des alcoyles du type $XCH(R_1)R_2$ sur les cétoximes sodées ou la condensation des N-alcoyl-hydroxylamines de forme $R_2(R_1)CHNHOH$ avec les cétones peut fournir des cétoximes N-alcoylées (I).

MYCOLOGIE. — *Le comportement nucléaire dans les basides urniformes et à plus de quatre spores de* Sistotrema confluens *Pers.* Note de M. **Robert Kühner**, transmise par M. Joseph Magrou.

Nous avons rencontré *Sistotrema confluens* à trois reprises au cours de l'automne de 1946, dans la région de Besançon (forêt de Chailluz, bois d'Auxon dessus, bois de Lougres près Colombier-Fontaine). Le matériel, fixé au picroformol de Hollande et inclus à la paraffine, a donné après coupe au microtome et coloration par la méthode de Gram (au violet cristal), des préparations remarquablement limpides, dans lesquelles les noyaux tranchaient sur le fond d'une façon tellement accusée que l'étude de leur comportement était relativement aisée, malgré la très petite taille des éléments hyméniens.

L'intérêt cytologique des individus récoltés résidait en particulier dans le fait qu'ils possédaient *des basides nettement urniformes, portant toujours plus de quatre spores* (de cinq à huit), contrairement à ce qui est habituellement indiqué pour le type de cette espèce. Or il est classique d'admettre que chez la plupart des Basidiomycètes, le noyau de fusion de la baside ne donne que quatre noyaux à la suite de deux séries de divisions. Si ce comportement nucléaire se trouvait réalisé chez notre champignon, chaque baside porterait seulement quatre spores à un noyau, les autres spores étant privées de noyaux (spores vaines).

En fait *nous n'avons jamais vu de spores vaines* chez *Sistotrema;* toutes les spores renferment un noyau, à l'extrémité opposée à l'apicule hilaire; nous avons même observé des basides portant 7 ou 8 spores que les opérations d'inclusion avaient laissées en place sur les stérigmates et dont chacune contenait un noyau évident. Il est pourtant certain que *la baside ne renferme que quatre noyaux au moment de la migration nucléaire vers les spores;* il n'y a encore que quatre noyaux au moment où ceux-ci sont moulés à l'intérieur des stérigmates; il est facile de reconnaître que seuls quatre stérigmates sont *Gram-*

---

([4]) P. Grammaticakis, *Comptes rendus*, 233, 1946, p. 741.

positifs (à cause du noyau qu'ils contiennent), les stérigmates surnuméraires ne retenant aucunement le violet cristal. C'est alors qu'intervient la troisième série de divisions nucléaires, dont nous avons montré ailleurs la généralité; elle a lieu, soit dans la spore dès que le noyau y est parvenu (division longitudinale), soit dans le stérigmate même; le résultat est le même dans les deux cas : le noyau fils le plus éloigné du pied de la baside échoit à la spore vers laquelle s'était dirigé le noyau père; l'autre noyau fils quitte la spore ou le stérigmate où il a pris naissance et pénètre dans une des spores n'ayant pas encore reçu de noyau, ou reste dans la baside si toutes les spores sont pourvues. C'est ainsi que nous avons noté de un à trois noyaux résiduels dans des basides portant des spores toutes uninucléées, dont le nombre devait être vraisemblablement inférieur à huit.

Le fait que *la troisième série de divisions nucléaires n'a lieu que bien après le début de la formation des spores*, et seulement lorsque les quatre noyaux issus des deux premières divisions sont engagés dans quatre stérigmates, ne plaide guère en faveur de l'idée que l'octosporie est, chez *Sistotrema*, un caractère primitif hérité des ancêtres hypothétiques communs aux Basidiomycètes et aux Ascomycètes. Peut-être faut-il voir au contraire dans la multiplication du nombre des spores par baside, un moyen de tirer parti des quatre noyaux qui, dans tant d'homobasidiés leucosporés, restent dans la baside après la chute des spores? Nous avons montré que beaucoup de chromosporés utilisent aussi ces noyaux, mais de façon différente, conservant dans chacune de leurs spores les deux noyaux issus de la division des quatre noyaux qui s'étaient engagés dans les stérigmates.

Au point de vue de l'orientation des fuseaux de division nucléaire, *Sistotrema confluens* est nettement stichobasidié. *Le fuseau de la première division* qui a lieu à un moment où le col caractéristique des basides urniformes est déjà nettement différencié de leur base ventrue, *est en général fortement oblique*, parfois même presque longitudinal; le fuseau de cette première division est d'ailleurs nettement trop long pour qu'une disposition apicotransverse soit possible dans le col étroit de la baside. Nous avons pourtant observé à trois reprises des fuseaux nettement apicotransverses, au sommet de ce col, mais ils étaient si notablement plus petits que les fuseaux fortement obliques, que nous pensons qu'il s'agit de fuseaux de la seconde série de divisions nucléaires; il est difficile d'en apporter la preuve formelle, car on ne voit jamais ces fuseaux apicotransverses par deux, comme c'est le cas pour les fuseaux de la seconde série de divisions des chiastobasidiés, ce qui tient au fait que les deux fuseaux de la seconde série de divisions nucléaires sont ici répartis à des niveaux très différents de la baside; si l'un est placé dans le col, l'autre est placé beaucoup plus bas, dans la partie ventrue de la baside. C'est encore une particularité qui éloigne nettement *Sistotrema confluens* des chiastobasidiés.

BIOLOGIE QUANTIQUE. — *Autocatalyse dans les systèmes protéiques.* Note [1] de M. **Fernand Pasquier.**

Pascual Jordan [2] cherche l'explication de l'autocatalyse des protéines dans la résonance quantique. Friedrich Freksa, au contraire, en voit la cause dans des moments dipolaires statiques.

L'analyse de ces deux théories nous conduit à rejeter la théorie des dipôles et à retenir en la précisant l'idée de Jordan qui ne fait pas jouer un rôle particulier aux charges électriques, mais qui insiste sur les deux points suivants, à notre avis, beaucoup plus importants : les forces homopolaires et l'identité de nature.

Essayons de développer cette idée en dégageant l'énoncé précis du problème de mécanique ondulatoire auquel elle donne naissance. Pour simplifier, considérons une seule molécule formée $\mathcal{M}$ et un ensemble $\{\mu'_i\}$ de particules dont la réunion formerait une molécule $\mathcal{M}'$ semblable à $\mathcal{M}$ (même constitution); d'autre part, les paires $(\mu_i, \mu'_i)$ sont formées de deux particules identiques. Le système total S est la réunion de $\mathcal{M}$ et $\mathcal{M}'$. L'hamiltonien du système est

$$H(S) = H(\mathcal{M}) + H(\mathcal{M}') + V;$$

$H(\mathcal{M})$ est relatif à la molécule $\mathcal{M}$ formée initialement, $H(\mathcal{M}')$ à l'ensemble des $\{\mu'_i\}$; V est le terme d'interaction entre $\mathcal{M}$ et $\mathcal{M}'$.

Les opérateurs $H(\mathcal{M})$ et $H(\mathcal{M}')$ ont même forme. Soit $\Phi$ la fonction d'onde du système sans interaction sous les conditions initiales indiquées. On a

$$[H(\mathcal{M}) + H(\mathcal{M}')]\Phi = \frac{h}{2\pi i}\frac{\partial\Phi}{\partial t}.$$

Utilisons comme système de base l'ensemble des fonctions propres $\Phi_{uv'}$ de l'opérateur $H(\mathcal{M}) + H(\mathcal{M}')$ satisfaisant aux conditions de symétrie et antisymétrie convenables. Les fonctions propres de $H(\mathcal{M})$ et $H(\mathcal{M}')$ étant de même forme, on a pour $\Phi_{uv'}$ les combinaisons suivantes, les crochets signifiant que l'on a tenu compte des conditions de symétrie et d'antisymétrie liées à l'indiscernabilité des corpuscules

$$\Phi_{uv'}\begin{cases} [\psi_u, \psi'_{u'}] & \text{2 molécules formées,} \\ [\psi_u, \varphi'_{v'}] & \rule{0pt}{0pt}\text{types initiaux,} \\ [\varphi_v, \psi'_{u'}] & \\ [\varphi_v, \varphi'_{v'}] & \text{décomposition complète en } \mu_i, \\ [\text{autres fonctions}] & \text{dissociations plus profondes.} \end{cases}$$

Quand il y a interaction, la fonction d'onde peut s'écrire $\Psi(t) = \sum_{u,v'} C^{(t)}_{u,v'}\Phi_{uv'}$.

---

(1) Séance du 31 mars 1947.

(2) *Naturwiss.*, 32, 1944, pp. 20-26.

A l'instant $t = 0$, tous les coefficients $C_{uv'}(0)$ sont nuls excepté $C_{u_0v'_0}(0)$ égal à l'unité, le système étant dans l'état stationnaire $[\psi_{u_0}, \varphi'_{v'_0}]$. L'énergie cinétique pouvant varier d'une façon continue, le système peut passer, du fait de la perturbation, de l'état initial $(u_0 v'_0)$ à des états $(uv')$ appartenant à un spectre continu. La probabilité totale de transition pendant le temps $t$ de l'état initial à l'un quelconque des états $(uv')$ appartenant à l'intervalle d'énergie E, E + ΔE, est donnée par la formule ([3])

$$\mathfrak{p}'(t) = \frac{4\pi^2}{h^2}\int_{E}^{E+\Delta E} |V_{(uv'),(u_0v'_0)}|^2 \left(\frac{\sin\frac{\pi}{h}(E - E_{u_0v'_0})t}{\frac{\pi}{h}(E - E_{u_0v'_0})}\right)^2 \rho(E)\,dE,$$

où $\rho(E)\,dE$ désigne le nombre d'états quantiques dans l'intervalle $dE$. Si $E_{u_0v'_0}$ n'appartient pas à l'intervalle d'intégration, pour des valeurs de $t$ assez grandes, $\mathfrak{p}'(t)$ est très petit, de l'ordre de ΔE. La probabilité par unité de temps $\mathfrak{p}'(t)/t$ tend vers zéro au bout d'un temps long. S'il y a dégénérescence entre l'état $(uv')$ et l'état initial $(E_{uv'} = E_{u_0v'_0})$, la probabilité de transition devient

$$\mathfrak{p}(t) \neq \frac{4\pi^2}{h}|V_{(uv'),(u_0v'_0)}|^2 \rho(E_{u_0v'_0})\,t.$$

Dans ce cas, la probabilité de transition par unité de temps $\mathfrak{p}(t)/t$ tend vers une valeur finie quand $t$ devient très grand.

Les dégénérescences intéressantes sont les dégénérescences d'un état $(u\, u')$ (2 molécules formées) avec l'état initial. L'identité de nature introduit de semblables dégénérescences. On peut, en effet, considérer l'état initial comme étant constitué d'une part par une molécule formée et un ensemble de constituants $\mu'_i$ dans son voisinage, et d'autre part par un état $(u\, u')$ constitué par deux molécules formées dans un état excité qui s'éloignent avec une certaine énergie cinétique.

Il y aurait donc, dans ce cas, effet autocatalytique. Si la molécule $\mathcal{M}$ est différente de $\mathcal{M}'$ en constitution, le nombre des dégénérescences doit être beaucoup moins grand; il y aurait donc beaucoup moins de chances pour qu'il y ait, cette fois, catalyse.

Le calcul que nous venons de faire permettrait donc de justifier l'hypothèse de phénomènes autocatalytiques dans la formation des protéines sans faire intervenir de dipôles, mais uniquement l'identité de nature des particules et les forces d'échange qui en résultent.

---

([3]) Louis de Broglie, *Théorie du noyau*, **1**, p. 23.

PHARMACODYNAMIE. — *Inversion d'actions physiologiques par passage de la phényléthylamine à la diphényléthylamine*. Note (1) de M. **René Hazard**, présentée par M. Léon Binet.

Le doublement de la molécule d'une substance peut en modifier certaines propriétés physiologiques au point de les inverser. Aux exemples déjà connus (2) vient s'en ajouter un autre, imparfait d'ailleurs : celui de la β-phényléthylamine et de la di(phényléthyl)amine (D.P.E.A.), l'amine secondaire provenant d'une nouvelle fixation, sur l'azote de l'amine primaire, du même radical $C_6H_5—CH_2—CH_2$

$C_6H_5—CH_2—CH_2—NH_2$ $\qquad$ $(C_6H_5—CH_2—CH_2)_2>N—H$

Nous avons comparé quelques effets de l'une et de l'autre amine, agissant à la même dose chez le même animal ou à concentration identique sur le même fragment d'organe isolé. Leur opposition apparaît nettement sur la pression artérielle et l'intestin isolé.

Chez le Chien chloralosé, nous avons constaté, après bien des auteurs depuis Barger et Dale (3), que la P.E.A., injectée par la voie intraveineuse à la dose de 1 à $5^{mg}$ de chlorhydrate par kilogramme, exerce une forte action hypertensive, que freine la bradycardie réflexe, et qu'exalte la vagotomie double; la vasoconstriction rénale est plus ou moins marquée. Sur le cœur *in situ*, l'effet inotrope et chronotrope positif, normalement interrompu par le réflexe vagal contre l'hyertension, est net et prolongé après vagotomie.

La D. P. E. A. exerce au contraire une action hypotensive d'intensité plus faible et de durée plus courte que l'effet hypertenseur de la P. E. A., mais toujours marqué. A l'abaissement de pression succède en général un simple retour à la normale (*fig.* 1), parfois une lente et très faible élévation de pression. Le tracé oncographique du rein suit passivement celui de la pression. On observe sur le cœur une dépression passagère suivie d'un simple retour à l'amplitude normale.

---

(1) Séance du 31 mars 1947.

(2) Mme L. Buchel, Denise Kohler et Jeanne Lévy, *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 299.

(3) Pour la bibliographie, voir Hamet, *Arch. Int. Phar. Ther.*, 44, 1932-1933, p. 67; Tainter, *id.*, 46, 1933, p. 192; Hambourger et Tamieson, *J. Phar. exp. Ther.*, 58, 1936, p. 53.

Sur le cœur de Grenouille, la D. P. E. A. se montre plus dépressive que la P. E. A. et trouble seule la réponse ultérieure du cœur à l'adrénaline.

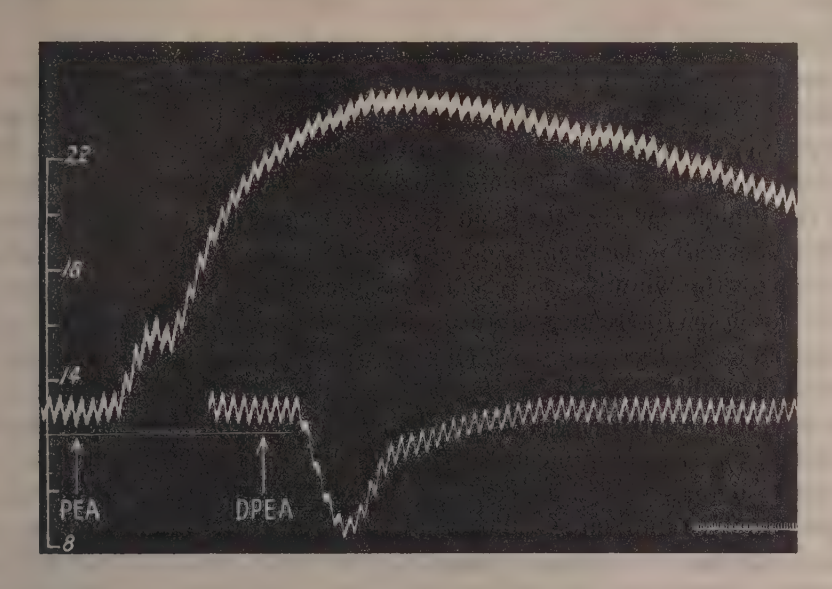



Fig. 1. — *Action opposée des deux amines sur la pression artérielle.* Chien ♂, $6^{kg},7$, chloralosé; vagotomie double. Pression carotidienne avec trait repère à 12 c/m Hg. En bas à droite, les temps en secondes. En P. E. A., injection de $2^{mg},5$ de chl. de phényléthylamine; en D. P. E. A., de $2^{mg},5$ de chl. de di-(phényléthyl) amine par kg. (Tracé réduit de 1/5.)

Sur l'intestin isolé (Rat, Cobaye, Lapin), la P. E. A. se montre généralement excitante et la D. P. E. A., aux mêmes concentrations, dépressive (*fig.* 2).



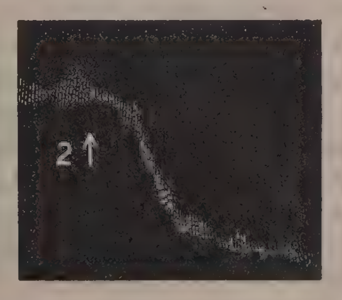




Fig. 2. — *Action opposée des deux amines sur l'intestin isolé du Rat.* On fait agir à la même concentration (1 pour 40000) : en 1, le chl. de phényléthylamine (en bas à droite, les temps en secondes); en 2, le chl. de di-(phényléthyl) amine.

Ces exemples montrent bien l'opposition de certains des effets exercés par l'une et l'autre amine.

BIOLOGIE. — *Brachyptérisme et actions endocrines chez* Gryllus campestris *L.* (*Insecte Orthoptère*). — Note de MM. **Raymond Poisson** et **Robert Sellier**, transmise par M. Louis Fage.

Le brachyptérisme (ou l'aptérisme) est un phénomène très général chez les Insectes Ptérygotes, mais dont le déterminisme est parfois fort complexe (R. Poisson) (¹). Parmi les causes susceptibles d'influencer l'état de développement des ailes et à la lumière de recherches récentes [en particulier celles de Pflugfelder (²), etc.], on peut envisager qu'une modification de l'équilibre endocrinien au cours de l'évolution larvaire, en accélérant ou en ralentissant cette évolution, est peut-être susceptible, chez certains insectes frappés de brachyptérisme, de provoquer le développement complet des ébauches alaires. Les Orthoptères représentent à ce sujet un matériel particulièrement favorable.

Nos premières expériences ont porté sur le Grillon champêtre (*Gryllus campestris* L.). L'espèce, on le sait, est brachyptère avec des élytres aussi longs que l'abdomen et des ailes réduites, plus courtes que les élytres. La forme macroptère (individus à ailes caudées) paraît rarissime aussi bien dans la nature que dans les élevages. Jusqu'à présent deux exemplaires de Grillons champêtres macroptères ont été capturés, l'un par Krauss (³) dans la vallée du Neckar, l'autre par Rabaud et Verrier (⁴) en France, dans la région de Fontenay-aux-Roses. Par ailleurs, sur un très grand nombre d'individus obtenus d'élevage, G. Cousin (⁵) semble n'avoir observé que très rarement des individus à ailes caudées.

Nos expériences ont consisté à transplanter, d'une part, des *corpora allata* de larves d'âge moyen (5ᵉ et 6ᵉ âge) à des larves plus âgées (9ᵉ et 10ᵉ âge), d'autre part, à effectuer des implantations de cerveaux prélevés sur des larves âgées (proche de la mue imaginale), dans des larves plus jeunes. Les résultats de ces implantations ont été, dans ces deux séries d'expériences, de modifier, comme il fallait s'y attendre, l'allure du développement larvaire. Dans le premier cas nous assistons à une prolongation du développement, qui se manifeste par des mues surnuméraires et l'obtention de larves géantes (résultats concordant avec ceux de Pflugfelder, Wigglesworth, etc). Mais, outre leur plus grande taille, ces larves présentent aussi une dysharmonie de croissance des ébauches alaires par rapport aux larves normales; il ne nous est toutefois

(¹) *La Revue Scientifique,* 1946 (sous presse).
(²) *Zeit. Wiss. Zool.*, 152, 1939, p. 384; 153, 1940, p. 108.
(³) *Verh. K. K. Zool. Bot. Ges. Wien.*, 36, 1886, p. 137.
(⁴) *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 71, 1946, p. 147.
(⁵) *Mém. Acad. Sc.*, 64, 1940.

pas encore possible de préciser si cette dysharmonie se traduira finalement par la production d'imagos macroptères.

Dans la deuxième série d'expériences (implantations de cerveaux) *le développement larvaire est nettement accéléré*. Cette accélération résulte en particulier de la suppression ou du raccourcissement de la durée de la diapause. Le développement, au lieu de s'étendre sur quatre mois (dans les conditions de notre élevage), se fait alors en deux mois environ et *aboutit à l'obtention d'une majorité d'individus macroptères, à ailes caudées*. Nos résultats ne sont pas en effet tous positifs. Cela peut provenir du fait que nous n'avons pas encore déterminé avec précision à quel moment critique du développement ces implantations seraient les plus actives.

En ce qui concerne cette évolution accélérée des larves qui permet d'obtenir expérimentalement des individus macroptères chez un Grillon généralement brachyptère, nous devons rappeler que, dans ses études sur la variation des Tétrigides, Nabours ([6]) conclut que le dimorphisme alaire de ces Orthoptères n'est pas héréditaire et qu'il s'agit d'une variation somatique due aux conditions du milieu : un développement lent pendant l'hiver donnerait des individus à ailes courtes. D'autre part, Chopard ([7]), qui a observé dans un élevage de *Pteronemobius heydeni* (Fisch.) l'apparition d'un individu macroptère, attribue ce cas de macroptérisme à l'évolution larvaire particulièrement rapide subie par cet exemplaire, le développement des formes brachyptères étant beaucoup plus lent. Il convient aussi de mentionner que *Gryllus bimaculatus* de Geer, forme française méridionale, affine de *Gryllus campestris*, est toujours macroptère; or ce macroptérisme se montre corrélatif, comme dans les cas précédents, d'un développement larvaire *accéléré sans discontinuité* (4 mois environ dans la nature, contre 9 à 10 mois pour *G. campestris* dans les mêmes conditions).

Notre deuxième série d'expériences semble de plus permettre à nouveau de considérer le cerveau des Insectes comme un organe partiellement endocrinien; sans nous étendre ici sur ce point, nous préciserons que nous avons observé sur la face dorsale des ganglions cérébroïdes de *G. campestris* de grosses cellules d'aspect glandulaire, morphologiquement différentes des éléments nerveux, et analogues à celles qui ont été signalées antérieurement chez d'autres Insectes (Abeilles, Cochenilles, *Rhodnius*) [P. Joly ([8])].

---

([6]) *Bibl. Genet. s'Gravenhage*, 5, 1929.
([7]) *Bull. Biol. Fr. Belg.*, **62**, 1928, p. 157.
([8]) *Ann. Biol.*, **21**, 1945, p. 1.

GÉNÉTIQUE. — *Les éléments du déterminisme de* l'aile longue *chez un* Gryllus campestris *L. de l'Afrique du Nord.* Note de M^lle **Germaine Cousin**, présentée par M. Maurice Caullery.

L'espèce *Gryllus campestris* (C) a des caractéristiques spécifiques bien définies. Seules les ailes vestigiales, chez les C normaux, manifestent une réelle variabilité [indices : ♀, 5,3; ♂, 4,7; contre 2,7 et 3,0 pour l'espèce bimaculatus (B)]. Pour les autres caractères de C, les indices s'échelonnent entre 1,9 et 3,1. En dehors des C normaux, on rencontre dans les élevages des spécimens aux ailes allongées, variation exceptionnelle qui l'est encore plus dans la nature (4 cas signalés), et s'observe surtout chez les ♀. Enfin, il existerait en Afrique du Nord une variété de C à ailes allongées (de Saussure, 1877).

J'analyse ici la descendance d'une ♀ macroptère qui fut récoltée à l'état larvaire, à Djelfa (Sud algérien). L'étude biométrique de la forme imaginale montre qu'il s'agit bien de l'espèce C et non d'un éventuel hybride entre les espèces C et B. En effet, en % des moyennes des grandeurs relatives des caractères de ♀ C, les dimensions relatives de cette ♀ sont les suivantes :

Caractères : Haut. face Th, 99 % ; larg. tête Tt, 106 % ; pronotum larg. ant. Pa, 97 % ; larg. post. Pp, 93 % ; long. Pl, 97 % ; fémur Fé, 100 % ; tibia Ti, 95 % ; tarière Ta, 94 % ; élytre long. El, 106 % ; larg. Et, 107 % ; aile long. Ai, 133 % ; taille ($\Sigma 7x$), 112 %.

Tous les caractères de cette ♀ s'inscrivent dans les limites de la variabilité individuelle du type spécifique C, sauf les ailes qui sont allongées de 33 %. Son indice alaire Ai/El est de 1,05, alors que Ai/El moyen des C d'élevage est 0,84, avec des limites de variabilité *observée* autour de l'axe d'équilibre de 8 % et des limites *théoriques* de 13 %. Les ailes de cette ♀, qui ont un écart de 19 %, sortent nettement des limites de la variabilité normale.

Cette ♀ a été croisée avec un ♂ C microptère typique de Rambouillet. Dans la descendance (DjC) la mortalité fut négligeable. La ♀ Dj est morte avant d'avoir pondu tous ses œufs. Sont arrivés au stade imaginal : 166 ♀ et 131 ♂, soit, avec une nymphe ♂, 298 descendants. L'étude biométrique qui suit précise les caractéristiques héréditaires et la position systématique de cette population DjC.

Exclusion faite des élytres et des ailes, les distributions des points représentatifs des couples de mesures de tous les caractères des Grillons DjC, de chaque sexe, correspondent à ceux des caractères homologues de l'espèce C et restent dans les limites de la variabilité des C d'élevage. Les ailes des DjC se classent, dans chaque sexe, en deux groupes distincts : microptères, aux ailes ne dépassant pas les élytres et macroptères, aux ailes plus longues que les élytres. On peut dénombrer 73 microptères et 92 macroptères ♀, soit respectivement 44 % et 56 %; et 34 microptères et 97 macroptères ♂, soit respectivement 26 % et 74 %.

L'indice alaire Ai/El, sur les tableaux de corrélation, sépare complètement

les DjC micro- et macroptères en deux populations éloignées l'une de l'autre, ayant chacune et pour chaque sexe leur distribution normale. Entre les caractères Ai et El, dans chacun des groupes, les corrélations totales et partielles sont positives et élevées, comme chez tous les Gryllus. Ces caractéristiques soulignent l'autonomie génétique des micro- et macroptères. Les indices alaires des microptères sont typiquement C (moyennes : DjC ♀-0,88; ♂-0,84 environ et C ♀-0,84; ♂-0,79), ceux des macroptères C sont toujours inférieurs aux moyennes des indices alaires des espèces de Grillons macroptères (moyennes : DjC ♀-1,46; ♂-1,41 environ, contre *Gr. bermudensis* ♀-1,64; ♂-1,59; *Gr.* B ♀-1,64; ♂-1,59; *Gr. domesticus* ♀-1,63). Quant aux élytres, ils constituent, surtout chez les ♀, deux populations distinctes en corrélation avec la longueur des ailes.

Les indices individuels $Ai/\Sigma 7x$ chez DjC ♀ sont, pour les microptères, égaux à ceux de C, pour les macroptères, très nettement inférieurs à ceux de B. Ces mêmes indices, chez DjC ♂, sont, pour les microptères, légèrement supérieurs à ceux de C et pour les macroptères, nettement inférieurs à ceux de B. Dans les deux sexes, quelques spécimens, de petite taille, en quelque sorte brachyptères, sont intermédiaires entre les deux groupes.

L'indice Et/El n'est significatif que chez les ♀, qu'il sépare en deux groupes très voisins, à distribution gaussienne distincte, correspondant aux deux types de longueurs d'élytre et d'aile. Dans les deux sexes, l'élytre DjC est de type C, et quoique légèrement plus étroit chez les ♂, demeure plus large que chez B.

L'indice Th/Ti, qui sépare complètement C et B, sépare également de B les ♀ et ♂ DjC et permet de les intégrer tous parmi les C. L'indice Th/Ai, plus démonstratif encore, sépare les DjC macroptères de C, ainsi que de B, alors que les DjC microptères demeurent parmi les C typiques. Ainsi, tous les indices individuels Th/Ai au-dessus de 0,47 pour les ♀ et de 0,52 pour les ♂ groupent les C typiques et les DjC microptères, et tous ceux compris entre 0,29 et 0,38 pour les ♀ et 0,33 et 0,40 pour les ♂ groupent les C macroptères d'élevage et les macroptères DjC.

L'ensemble des caractéristiques de DjC ne se rencontre ni dans l'espèce B, ni dans les groupes hybrides $F_1$ et $F_2$ obtenus du croisement des espèces C et B, ni dans leurs hybrides de rétrocroisement. L'apparition sporadique de Grillons macroptères dans les élevages de C pourrait être attribuée, soit à l'action immédiate des conditions du milieu expérimental, soit à l'influence directe de facteurs internes contrôlés par la constitution génétique même des Insectes modifiés, soit par l'action combinée des deux influences. Les faits relatés ici s'inscrivent uniquement en faveur d'un mécanisme génétique. Quoique la variation soit plus fréquente aux températures élevées, si le milieu agissait directement sur le phénotype normal à ailes vestigiales, la proportion d'exemplaires modifiés devrait être plus grande. Or, dans un même milieu, les spécimens à ailes longues sont l'exception et, si certaines souches pures sont moins stables que d'autres, la variation y reste encore fort rare. Enfin si l'on ne peut faire de déductions quantitatives rigoureuses de l'étude de la descendance d'un seul couple dont la ♀ était sûrement hétérozygote, on peut cependant

conclure en faveur de la transmission héréditaire du développement des ailes. Ces faits et les résultats de l'étude biométrique de phénotypes bien caractérisés de macroptère C d'élevage suggèrent diverses hypothèses; par exemple, que le développement de l'aile est conditionné par des facteurs génétiques agissant sous le contrôle d'allélomorphes multiples, ou bien que le ou les gènes responsables du développement de l'aile mutent quelquefois, dans certaines conditions, dans le sens d'un retour vers le type primitif.

MICROBIOLOGIE. — *La nature de la toxine pesteuse*. Note [1] de MM. **Georges Girard** et **Georges Sandor**, transmise par M. Gaston Ramon.

On sait que les filtrats de culture en bouillon du bacille de la peste sont toxiques pour le Rat et la Souris au même titre que les corps microbiens tués ou leurs extraits. Pour la majorité des auteurs, le poison pesteux qui tient une si large place dans la symptomatologie de la peste humaine, est une endotoxine libérée par la désintégration des microorganismes (S. Rowland, Besredka). Cependant quelques expérimentateurs, notamment Markl, Kossel et Overbeck, Dieudonné et Otto, avaient suggéré que la toxine du bacille pesteux pouvait représenter un mélange de produits du métabolisme de la bactérie vivante et d'endotoxine. Mais à l'époque où ces hypothèses furent formulées, on ne savait à peu près rien de la constitution antigénique des microbes ou de la structure chimique des toxines généralement englobées dans la catégorie des « nucléoprotéides ». Les travaux de ces quinze dernières années, en mettant en évidence la présence d'un complexe glucido-lipidique (Boivin) dans les endotoxines de nombreux germes pathogènes Gram-négatifs, complexe absent dans les toxines vraies ou exotoxines, ont permis de discriminer de façon plus précise du point de vue chimique ces deux types de poisons que différenciaient déjà leurs propriétés physico-chimiques et surtout biologiques. Rappelons seulement l'affinité neurotrope particulière aux toxines vraies, leur comportement à l'égard du formol associé à la chaleur qui a conduit G. Ramon à la découverte des anatoxines.

Or, contrairement aux prévisions, il n'a pas été possible de déceler par la technique de A. Boivin un complexe glucido-lipidique chez le bacille pesteux toxique, qu'il soit virulent ou avirulent [2].

En outre, la filtration sur bougie $L^3$ ne réduit pas la toxicité du bouillon pesteux ou des extraits de culture sur gélose dont les doses minima mortelles

---

(1) Séance du 31 mars 1947.

(2) G. Girard, *C. R. Soc. Biol.*, 135, 1941, p. 1577.

sont identiques à celles du même matériel soumis à l'action du toluol ou de la seule centrifugation afin d'en éliminer les corps microbiens. Il s'agit donc d'une molécule relativement petite. L'affinité de ce poison pour le système nerveux central est manifeste. Le chauffage à 65° pendant une heure, comme l'avait montré Besredka ([3]), atténue déjà sensiblement son pouvoir pathogène qui disparaît totalement vers 80°, température de coagulation de ce protéide. Sous l'action du formol à 4 % et d'une température de 37°, pendant 10 jours, les filtrats sont devenus atoxiques tout en gardant une valeur antigène et des propriétés immunisantes pour le Rat et la Souris à l'égard de l'infection pesteuse. G. Ramon, dès 1924, avait souligné l'intérêt de la préparation éventuelle d'une *anatoxine* pesteuse en constatant que des chevaux qui avaient reçu du filtrat de bouillon pesteux additionné quelques jours plus tôt d'une petite quantité de formol avaient un sérum qui floculait en présence de ce filtrat ([4]).

Des chevaux hyperimmunisés avec cette toxine formolée injectée par voie veineuse produisent un sérum dont la valeur préventive ou curative expérimentale est du même ordre que celle du sérum des chevaux préparés avec des germes vivants, avirulents mais toujours toxiques, inoculés par la même voie. Sur ces données, il était indiqué, aux fins de préciser la nature de la toxine produite dans les cultures en bouillon, de rechercher si les anticorps de ces deux types de sérum étaient identiques et contenus dans les mêmes fractions des globulines sériques.

L'un de nous a montré qu'une méthode simple de fractionnement des sérums permet de distinguer entre les antitoxines véritables, de nature pseudoglobulinique, et les anticorps bactériens, supportés pour la plupart par les euglobulines ([5]). Il s'agit, rappelons-le, de dialyser les sérums contre l'eau distillée à pression constante et à la glacière, pendant trois jours, puis de diluer le sérum au 1/5 de son volume primitif dans l'eau distillée. Le précipité ainsi obtenu représente l'euglobiline 1. Toujours dépourvue d'activité antitoxique à proprement parler, l'activité antibactérienne, agglutinante ou protectrice, de cette fraction est constamment très manifeste. L'addition de 1/10 de $cm^3$ d'acide acétique N/40 par centimètre cube d'eaux mères produit un deuxième précipité (euglobuline II), fraction lipoprotéidique relativement inerte au point de vue immunologique. Des eaux mères finales, enfin, les pseudoglobulines sont obtenues par précipitation à l'aide du sulfate d'ammonium à 34 %.

Or, la répartition des anticorps parmi ces trois fractions dans les sérums antipesteux préparés comme nous le disons ci-dessus est absolument identique. La majeure partie des activités précipitante, agglutinante ou protectrice, sont supportées dans les deux cas par l'euglobuline 1, et en faible proportion seulement par les pseudoglobulines. L'unité de

---

([3]) *Endotoxines microbiennes* (*Bull. Inst. Pasteur*, 12, 28 février 1914, p. 195).

([4]) *Comptes rendus*, 179, 1924, p. 485.

([5]) G. Sandor, *X*e *Congrès de Chimie biologique*. Liège, octobre 1946, en impression dans le *Bulletin de la Société de Chimie Biologique*.

poids de l'euglobuline 1 supporte, par exemple, 20 ou 30 fois plus d'activité précipitante, et dans le sérum antibactérien et dans le sérum anti-anatoxique, que l'unité de poids des pseudoglobulines.

Il semble bien démontré qu'un principe de nature protéidique, attaché aux corps bacillaires et diffusant dans les milieux de culture liquides, supporte la plupart des caractères pathogènes et immunisants du microbe de la peste, selon la conception de S. Rowland [6]; le fait que ce principe, tout en étant de nature *protéidique*, provoque la formation d'anticorps antibactériens, qu'il soit injecté à l'état figuré ou à l'état dissous, montre la profonde divergence de nature entre les exotoxines véritables et les prétendues « endotoxines ». Dans ce domaine, l'étude chimique des constituants du bacille de la peste ne manquera pas d'apporter une intéressante contribution.

La séance est levée à 15h35m.

A. Lx.

---

## *ERRATA.*

---

(Séance du 20 janvier 1947.)

Note de M. *Marc Krasner*, Théorie non abélienne des corps de classes pour les extensions finies et séparables des corps valués complets : approximation des corps valués complets par les suites de corps valués complets :

Page 175, ligne 6, *au lieu de* $g_{K'_m/k'_m}$, *lire* $g_{K_m/K'_m}$, et *au lieu de* $g_{K'/k'}$, *lire* $g_{K/K'}$.

(Séance du 17 février 1947.)

Note de M. *Marc Krasner*, Théorie non abélienne des corps de classes pour les extensions finies et séparables des corps valués complets : approximation des corps de caractéristique $p \neq 0$ par ceux de caractéristique 0; modifications de la théorie :

Page 435, ligne 10, *au lieu de* $(k^\star_w : H_m)$, *lire* $(k^\star_m : H_m)$.

Page 436, ligne 12, *au lieu de* $\left| \| (1_n \times \mu) - (\nu \times 1_m) \| \right|$, *lire* $\left| \| (1_n \times \mu) - (\nu \times 1_m) \|^{a:mn} \right|$, et ligne 13, *au lieu de* $\mathrm{Max}\left( \left| \| \mu \| \right|, \left| \| \nu \| \right| \right)$, *lire* $\mathrm{Max}\left( \left| \| \mu \|^{a:m} \right|, \left| \| \nu \|^{a:n} \right| \right)$.

---

(6) *Journ. of Hyg.*, 10, n° 3, novembre 1910, pp. 536-565.